

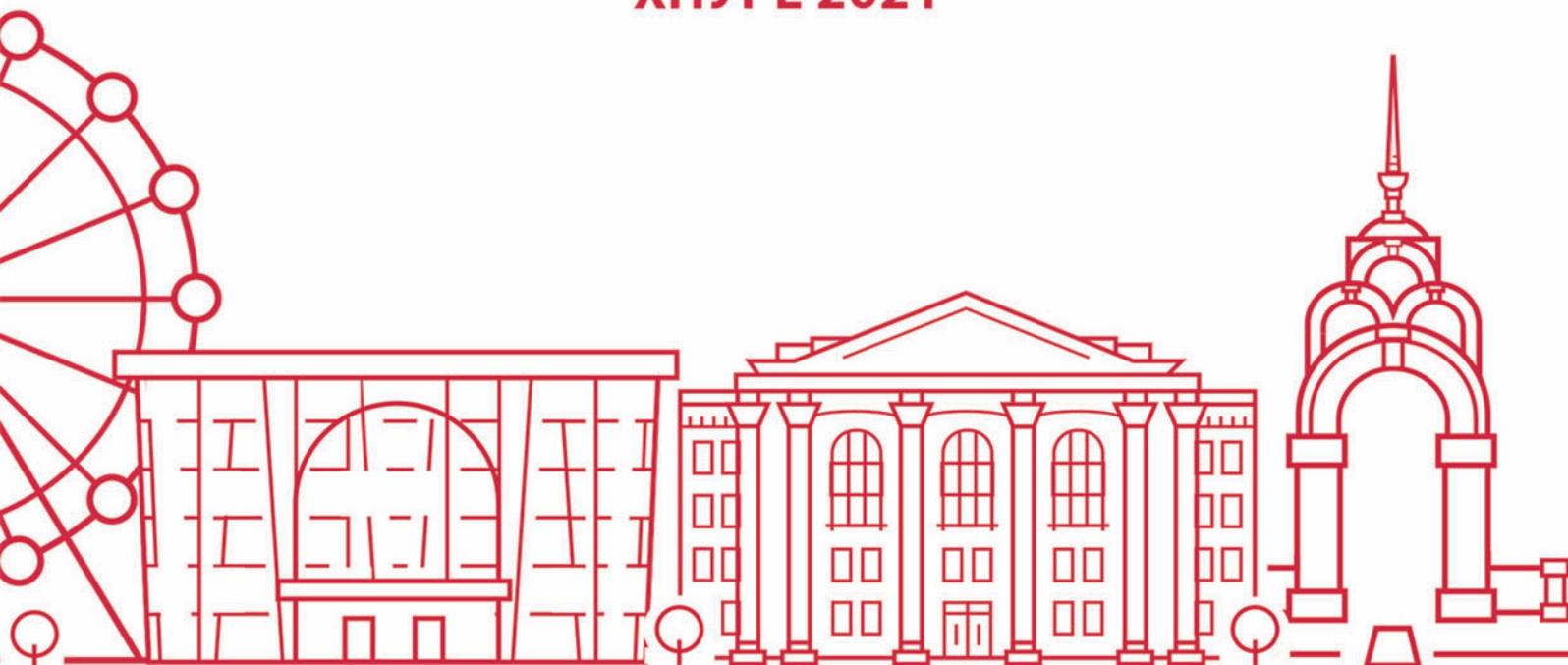


РММ

# ПОЛІГРАФІЧНІ, МУЛЬТИМЕДІЙНІ ТА WEB-ТЕХНОЛОГІЇ

## PRINT, MULTIMEDIA & WEB

ХНУРЕ 2021



Міністерство освіти і науки України

**«Поліграфічні, мультимедійні та web-технології»**

**Монографія**

Харків 2021

УДК 004.9

Рекомендовано до друку Науково-технічною Радою Харківського національного університету радіоелектроніки (протокол № 6 від 21 травня 2021 р.)

**Поліграфічні, мультимедійні та web-технології:** монографія / редкол.: В.П. Ткаченко, О.В. Вовк, І.Б. Чеботарьова та ін. Харків: ТОВ «Друкарня Мадрид», 2021. 240 с.

ISBN 978-617-7988-59-4

Рецензенти:

О.В. Шоман, доктор технічних наук, професор, НТУ «ХПІ»;

Л.В. Потрашкова, доктор технічних наук, доцент, ХНЕУ ім. Семе́на Кузне́ця

В монографії розглянуті питання, присвячені технічним і технологічним інноваціям у виробництві друкованої продукції і в пакувальному виробництві, інформаційним, мультимедійним та web-технологіям, розробці інтелектуальних систем, обробці графіки та управлінню кольором. Розглянуто також питання маркетингу і реклами в поліграфії, особливості медіакомунікацій та використання нових методів навчання фахівців для видавничо-поліграфічної галузі, зв'язок навчального процесу з виробництвом.

Рекомендується викладачам, науковцям, бізнесменам, фахівцям видавничо-поліграфічної та рекламної галузі, розробникам мультимедійних інформаційних продуктів, аспірантам і студентам.

ISBN 978-617-7988-59-4

© Ткаченко В.П., Вовк О.В.,  
Чеботарьова І.Б.

© ТОВ «Друкарня Мадрид», 2021

# ЗМІСТ

	ВСТУП	4
1	<i>Андрющенко Т.Ю.</i> ОБҐРУНТУВАННЯ СТРАТЕГІЧНИХ ТА ОПЕРАТИВНИХ РІШЕНЬ ВИДАВНИЧО-ПОЛІГРАФІЧНИХ ПІДПРИЄМСТВ	5
2	<i>Бережна О.Б., Слєпцова А.Б.</i> РОЗРОБКА МЕТОДИКИ ВИЗНАЧЕННЯ ШРИФТІВ ДЛЯ РЕКЛАМНИХ ІНТЕРНЕТ КОМУНІКАЦІЙ	13
3	<i>Браткевич В.В., Пушкарь О.І., Гринько Т.Ю.</i> МЕТОДИКА РОЗРОБКИ ПРЕДМЕТНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ПРОЕКТУВАННЯ МУЛЬТИМЕДІЙНИХ ВИДАНЬ	23
4	<i>Вовк О.В., Чеботарьова І.Б., Шипова М.К.</i> ВПЛИВ КОЛІРНОЇ ГАМИ НАВЧАЛЬНОЇ ЛІТЕРАТУРИ НА СПРИЙНЯТТЯ ДИТИНОЮ ШКІЛЬНОГО МАТЕРІАЛУ	40
5	<i>Гордєєв А.С.</i> ВИКОРИСТАННЯ СОЦІАЛЬНИХ МЕРЕЖ У СИСТЕМАХ ЕЛЕКТРОННОГО НАВЧАННЯ НА ОСНОВІ ІННОВАЦІЙНИХ ПЕДАГОГІЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ	56
6	<i>Григор'єв О.В., Колесникова Т.А., Яценко Л.О.</i> КОРЕКЦІЯ КОЛІРНОГО БАЛАНСУ ЦИФРОВОГО ЗОБРАЖЕННЯ НА ОСНОВІ СТАТИСТИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК	68
7	<i>Грищенко Т.Б., Нікітенко О.М., Дейнеко Ж.В.</i> СТВОРЕННЯ ЕЛЕКТРОННИХ ПІДРУЧНИКІВ ЗАСОБАМИ ВИДАВНИЧОЇ СИСТЕМИ LATEX	80
8	<i>Савченко О.М.</i> ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ЛАЗЕРНОГО МАРКУВАННЯ ПОЛІМЕРНИХ МАТЕРІАЛІВ	97
9	<i>Зелений О.П., Дейнеко Ж.В., Ткаченко В.П.</i> ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ТЕПЛОВИХ КАРТ ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ ЮЗАБІЛІТІ САЙТІВ	106
10	<i>Слітюк О.О., Нощенко Н.В.</i> ПРИНЦИПИ СТВОРЕННЯ СТИЛІЗОВАНОГО АНІМАЦІОНОГО ЗД-ПЕРСОНАЖА	124
11	<i>Хорошевська І.О., Глебов В.О.</i> ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНЕ ПІДҐРУНТЯ РОЗРОБКИ МУЛЬТИМЕДІЙНОГО НАВЧАЛЬНОГО ВИДАННЯ «ТЕОРІЯ КОЛЬОРУ»	136
12	<i>Челомбїтько В.Ф.</i> ЗАСТОСУВАННЯ R-ФУНКЦІЙ ДЛЯ ПОБУДОВИ ГЕОМЕТРИЧНИХ ОРНАМЕНТІВ З ЕЛЕМЕНТАМИ СИМЕТРІЇ	149
13	<i>Чеботарьова І.Б., Манаков В.П.</i> ЗАСОБИ ТА МЕТОДИ УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ НА РЕПРОЦЕНТРАХ	164
14	<i>Бізюк А.В.</i> ЕЛЕМЕНТИ ЗАХИСТУ ЕТИКЕТКОВО-ПАКУВАЛЬНОЇ ПРОДУКЦІЇ	189
15	<i>Романюк Н.В., Горбенко І.Ф., Лебідь Н.М.</i> ПРАКТИЧНА ПІДГОТОВКА РЕДАКТОРІВ, ВИДАВЦІВ І КОРЕКТОРІВ В УМОВАХ РОЗВИТКУ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМП'ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ANNOTATIONS	218
	АЛФАВІТНИЙ ПОКАЖЧИК	231
		239

## ВСТУП

Монографію підготовлено за матеріалами міжнародної науково-технічної конференції «Поліграфічні, мультимедійні та web-технології», організатором проведення якої є кафедра «Медіасистем та технології» Харківського національного університету радіоелектроніки.

Основні наукові напрямки кафедри:

- технології розробки електронних та друкованих видань;
- системи автоматизації управління поліграфічним виробництвом;
- проблеми обробки цифрових зображень та відтворення кольору в поліграфії.

Мета конференції – розширення міжнародного співробітництва та поглиблення спільної діяльності у науковій, дослідницькій, викладацькій, та інших областях в галузі мультимедійних технологій, видавничої справи й поліграфії, економіки друкарських виробництв та підвищення ефективності навчального процесу підготовки професійних кадрів для поліграфічної галузі, впровадження в навчальний процес інноваційних форм і методів навчання.

Основні питання, що розглядаються в рамках конференції.

1. Технічні й технологічні інновації у виробництві друкованої продукції та пакувальному виробництві.
2. Інформаційні системи та технології в поліграфії. Інтелектуальні системи.
3. Мультимедійні та web-технології. Розробка додатків для мобільних пристроїв. UI/UX інтерфейси.
4. 2D та 3D-графіка, графічний дизайн, управління кольором.
5. Медіакомунікації, книжкова справа, маркетинг і реклама в поліграфії.
6. Використання нових методів навчання у видавничо-поліграфічній галузі, зв'язок навчального процесу з виробництвом.

Кафедра «Медіасистеми та технології» підтримує тісні зв'язки з підприємствами видавничо-поліграфічної галузі не тільки Харкова, а й всього Південно-Східного регіону України, спеціалістами-освітянами Києва, Львова, інших країн – Польщі, Білорусії, Німеччини, Великобританії, Мексики, Узбекистану. Головні напрямки співробітництва: спільна робота в галузі техніки засобів друкарства та економіки друкарських виробництв з метою подальшого поглиблення спільної діяльності у дослідницькій, викладацькій та інших наукових областях; підготовка магістрів; розвиток співробітництва в сфері науки та освіти; спільна участь у реалізації взаємовигідних програм в області освітньої та наукової діяльності; створення умов для підготовки, перепідготовки й підвищення кваліфікації кадрів в області видавничої справи в поліграфії.

УДК [658.5:655.1]:0050047.7

## ОБҐРУНТУВАННЯ СТРАТЕГІЧНИХ ТА ОПЕРАТИВНИХ РІШЕНЬ ВИДАВНИЧО-ПОЛІГРАФІЧНИХ ПІДПРИЄМСТВ

**Андрющенко Т.Ю.**

ст. викладач, кафедри комп'ютерних систем і технологій,  
Харківський національний економічний університет ім. С. Кузнеця

***Анотація.** Аналіз стану видавничо-поліграфічної галузі свідчать про те, що сучасне виробництво, для забезпечення сталого отримання прибутку і постійного розвитку, повинно відповідати таким вимогам, як швидкість реагування на сучасні технології, якість виробленої продукції і кількість замовлень. Досягти поставленої мети можна не тільки модернізувавши обладнання, але і запровадивши автоматизовані системи контролю та управління друкованими процесами, застосовувати робочі потоки на всіх стадіях видавничо-поліграфічного процесу.*

***Ключові слова:** АВТОМАТИЗАЦІЯ, ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ, СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ, СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ, ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА.*

### **Вступ**

При виготовленні поліграфічної продукції виникає ряд проблем, які потребують негайного вирішення. Уникнути істотних проблем в якості продукції, що виготовляється або критичного порушення строків можна тільки беручи правильні і своєчасні рішення [1]. У сучасних умовах важливою областю стало інформаційне забезпечення, яке складається в зборі і переробці інформації, необхідної для прийняття обґрунтованих рішень. До безперечних переваг сучасних систем підтримки прийняття рішень необхідно віднести можливість модифікації і розширення встановлених модулів з урахуванням специфіки і запитів конкретного підприємства. В результаті неправильно і несвоєчасно прийнятого рішення знижується оперативність і якість прийнятих рішень. Для створення конкурентоспроможних поліграфічних підприємств, необхідне впровадження на підприємствах СППР в адміністративно-господарської, фінансової і виробничої діяльності [2].

Соціальне партнерство – система інститутів і механізмів узгодження інтересів учасників виробничого процесу: працівників і роботодавців, заснована на рівному співпраці. Розвиток соціального партнерства в його різних формах – важлива складова частина процесу посилення соціальної спрямованості сучасної ринкової економіки, її соціалізації. В системі соціального партнерства інтереси працівників представлені, як правило, профспілками, інтереси роботодавців – спілками підприємців. У так званому трипартизському її варіанті третім безпосереднім учасником процесу узгодження інтересів виступає держава, яка одночасно є і гарантом виконання прийнятих угод. Узгодження інтересів досягається шляхом переговорного процесу, в ході якого сторони домовляються

про умови праці та її оплату, про соціальні гарантії працівникам і їх ролі в діяльності підприємства. Розвиток системи соціального партнерства створює можливість досягнення відносного балансу інтересів працівників і роботодавців на основі співпраці, компромісу, веде до соціального консенсусу. Воно служить дієвим інструментом поєднання економічної ефективності і соціальної справедливості. В даний час система соціального партнерства в його варіанті ще тільки робить перші кроки. Головне – не задіяні механізми, що забезпечують реалізацію досягнутих угод. Разом з тим в окремих галузях виконання галузевих тарифних угод вже призвело до деякого поліпшення матеріального становища робітників і зростання виробництва. Щоб соціальне партнерство розвивалося більш активно, державі необхідно проводити його пропаганду. Це можна здійснювати за допомогою соціальної реклами, проведення різних конференцій, круглих столів, семінарів, роз'яснювальних робіт, створення інтернет-сайтів, присвячених темі соціального партнерства, а також за допомогою активної співпраці із засобами масової інформації.

Всі вище перераховані заходи повинні висвітлювати такі аспекти: участь в соціальному партнерстві економить час на вирішення проблем, пов'язаних з незадоволеністю працівників умовами праці, підвищенням продуктивності праці, якості продукції і як наслідок збільшення прибутку; зацікавленість у конструктивному і взаємовигідному співробітництві з роботодавцем; оптимальний спосіб досягнення стабільності розвитку організації [3]. У свою чергу, проведений аналіз сучасного стану соціального партнерства між підприємствами-виробниками і підприємствами соціальної сфери показав, що керівники приймаючи рішення про соціальне партнерство, для досягнення соціальних цілей свого підприємства, не враховують перспективи соціального партнерства. Тому все більшої актуальності набуває питання побудови системи підтримки прийняття рішень в управлінні партнерськими відносинами видавничо-поліграфічних підприємств, яка враховувала б особливості видавничо-поліграфічного підприємства при визначенні ефективно партнерських і соціальних відносин. Таким чином, вирішити проблему своєчасності прийняття управлінських рішень, прийняти рішення про вигідність партнерських і соціальних відносин видавничо-поліграфічних підприємств може системи підтримки прийняття рішень в управлінні партнерськими відносинами видавничо-поліграфічних підприємств. Процедура прийняття рішення про укладення економічно вигідних і ефективних партнерських відносин ще досить нова для більшості вітчизняних керівників, а її наслідки багато в чому будуть мати значний вплив на підприємство протягом кількох років. Застосування інтегрованої інформаційної системи, такої як СППР, яка відповідала б вимогам підприємства (масштабу, специфіки бізнесу і т.д.), дозволило б керівнику мінімізувати витрати і підвищити оперативність управління підприємством в цілому.

## **Мета та задачі дослідження**

Метою даного дослідження є узагальнення результатів галузевих наукових досліджень в галузі управління виробництвом, визначення поняття системи підтримки прийняття рішень в поліграфії, визначення стратегічних та оперативних видів рішень, що приймаються за допомогою систем підтримки прийняття рішень, створення математичних моделей для визначення витрат на взаємину і граничну кількість таких взаємин, при яких підприємство отримує прибуток або компенсує витрати на такий тип відносин, для подальшого використання при формуванні бази моделей СППР в управлінні видавничо-поліграфічних підприємств.

## **Основна частина (експериментальні та методичні складові дослідження)**

Проведення майже усіх наукових досліджень носить в собі досить індивідуальний та творчий процес. Якісне дослідження запорука якого залежить в основному від раціонального поєднання декількох методів дослідження. При проведенні більшості досліджень, зокрема досліджень, пов'язаних з розробкою стратегічних та оперативних рішень, в повній мірі можуть використовуватися конкретно-наукові методи, що представляють собою сукупність теоретичних і емпіричних методів. Емпіричні методи, задіяні під час проведення досліджень, забезпечили можливість збору, систематизації і організації емпіричного матеріалу. Логічні, теоретичні методи, засновані на реалізації узагальнення всієї маси даних, отриманих емпіричним шляхом, дозволили оцінити проблему, яка полягає в необхідності вдосконалення прийняття стратегічних та оперативних рішень, методів і засобів, в рамках даної проблеми, провести аналіз публікацій, сформулювати гіпотезу і провести оцінку зібраних емпіричним шляхом фактів, запропонувавши, як напрямки вирішення поставленого завдання.

Новизна проведених досліджень полягає в тому, що було проведено комплексне дослідження теоретичних і практичних аспектів підтримки прийняття рішень в поліграфії, підвищення ефективності системи управління партнерськими відносинами, внаслідок якого на основі порівняльного методу був проведений аналіз ефективності використання традиційних підходів і підходів, заснованих на використанні останніх досягнень інформаційних технологій і комп'ютерної техніки, а також внесені конкретні пропозиції щодо комплексного використання традиційних і сучасних методів підвищення ефективності системи управління партнерськими відносинами, що повністю збігається з поглядом на критерії новизни наукових досліджень, наведених в таких публікаціях, як [8; 9]. Так в публікації [8] під новизною дослідження розуміється "наскільки є сучасними і оригінальними використовувані в дослідженні уявлення і методи", крім того, в публікації [9] автору видається цілком правомірним введення цих критеріїв в оцінювання наукової новизни поряд з фіксацією фактів приросту знань і т.п. [9].

В поліграфічній промисловості питання автоматизованого управління виробництвом були представлені в наукових дослідженнях К.А. Анікін, А.І. Єлізарової, А.К. Єршова, В.П. Леонтєва та ін. Найбільш значними для розвитку теорії управління виробництвом є наукові дослідження К.А. Анікін, І.П. Магазінцікової, В. Миронової, А.І. Єлізарової і Л.В. Ігнатенко в яких в тій чи іншій мірі знайшли вирішення питання організації оперативного управління діяльності на основі використання економіко-математичних методів в умовах автоматизованої системи управління підприємством [2].

Управління взаємовідносинами з клієнтами розглядалися в працях таких вітчизняних вчених, як А.В. Моїсєєв, М.М. Смирнова, С.В. Лосєв, М. Рамзан, Н. Хілл, Дж. Браєрлі, Р. Мак-Дуголл [5-7].

Основи розробки систем управління взаємовідносинами підприємств викладені в працях так само зарубіжних вчених Г.С. Скачкова, А.І. Медведєва, А.Н. Мельникович, Д.А. Крючковський і інші. Основи партнерських відносин і управління такими відносинами розглядалися такими вченими як В.Л. Берсенєв, В.С. Бочко, В.С. Катькало, В.А. Кабашкін, С.Ю. Кузнецов, С.П. Куш, А.Д. Ляско, В.В. Масленников, М.І. Мелентєва, С. Лейбс [10-12]. У роботах А. Загородній [10], С. Коваль [13], Н. Чухрай [14], Д. Корчунов [15], Я. Гордон [16] висвітлені питання партнерських відносини та оцінка їх ефективності.

Результати перерахованих наукових досліджень знайшли практичне застосування на багатьох поліграфічних підприємствах. Крім того, вони створили науково-методологічну базу для подальшого вдосконалення організації управління виробництвом на основі застосування автоматизованих технологій управління виробництвом.

### **Результати досліджень**

В роботі [18] узагальнено тлумачення поняття «партнерські відносини» та формалізовано базові поняття «партнерство» та «партнерські відносини» між видавничо-поліграфічним підприємством та його стейкхолдерами на основі обґрунтування й уточнення цих понять для подальшого використання у формуванні бази знань СППР для управління партнерськими відносинами.

На основі проведеного дослідження формується визначення поняття партнерських відносин. Партнерські відносини видавничо-поліграфічних підприємств складаються з постачальника матеріалів, замовників, надавачів послуг та інших груп, і ґрунтуються на основі співпраці, взаємної довіри та підтримки, поступок, розподілі прав, зобов'язань і ризиків. Кінцевою метою таких відносин є отримання конкурентних переваг, де враховуються інтереси усіх учасників, хоча для кожного з партнерів результати можуть бути не максимальні [18].

Виходячи з вищесказаного, стратегічні рішення – це результат вибору варіанту дій, які спрямовані на вирішення визначених стратегічних завдань підприємства в існуючій чи прогнозованій на майбутнє ситуації.

В свою чергу, оперативні управлінські рішення – це рішення, що приймаються на середніх і нижчих рівнях управління, та які пов’язані з організацією роботи безпосередніх виконавців, забезпеченням їх ресурсами, матеріалами та інформацією. Порівняльний аналіз стратегічних та оперативних рішень (табл. 1) подано в роботі [1].

Таблиця 1 – Порівняльний аналіз стратегічних та оперативних рішень

Порівняльний показник	Властивість рішення	
	Оперативні	Стратегічні
Тип рішення	Добре структуроване	Слабоструктуроване
Частота застосування	Часто повторюване і шаблонне	Нове і незвичне
Цілі	Чіткі, конкретні	Відносно невизначені
Інформація	Легкодоступна й достовірна	Важкодоступна, орієнтація на прогностні оцінки
Наслідки	Відносно незначні	Важливі
Організаційний рівень	Нижчий і середній рівні управління	Вищий рівень управління
Час для прийняття рішення	Короткий	Тривалий
Основа для рішення	Правила, набір процедур	Оцінка і творчість

Аналіз виробничої діяльності видавничо-поліграфічних підприємств, якій наведено в роботі [2] дозволив зробити висновок про стратегічні та оперативні рішення, які необхідно приймати в сфері управління відносинами поліграфічного підприємства зі стейкхолдерами. Види стратегічних та оперативних рішень в сфері управління відносинами поліграфічного підприємства на прикладі роботи з клієнтами представлені в табл. 2.

Таблиця 2 – Види рішень поліграфічного підприємства

Вид рішення	Задача прийняття рішення
Стратегічні рішення	рішення відносно вибору клієнтів та партнерів
	рішення відносно цінової політики та стратегії заохочення клієнтів
Оперативні рішення	рішення відносно прийняття замовлення до виконання
	рішення відносно вибору матеріальної частини замовлення
Соціальні рішення	рішення відносно заключення соціального партнерства
	рішення відносно реалізації соціальних проектів
	рішення відносно врахування перспектив соціального партнерства

Комп’ютерна підтримка прийняття таких рішень на сьогодні відсутня або не є досконалою.

Розглянемо задачу прийняття рішень по вибору матеріалу для певного замовлення, наприклад, типографського лаку  $V_{var}$ . Завдання прийняття рішень по вибору типографського лаку може бути представлена за формулою:

$$\langle A^1, K^1, D^1, Q^1, C^1, M^1, Ps^1, P^1, T^1 \rangle, \quad (1)$$

де  $A^1_{var}$  – множина альтернативних видів лаків;

$D^1_{var}$  – обмеження, які задають підмножину допустимих альтернатив;

$K^1_{var}$  – критерії оптимальності щодо вибору лаків в рамках заданих обмежень;

$M_{var}^1$  – місце розташування партнера;  
 $Q_{var}^1$  – якість лаку,  
 $C_{var}^1$  – вартість лаку;  
 $K_i^1$  – оцінка альтернативи за  $i$ -м критерієм;  
 $Ps_{var}^1$  – постачальники-партнери лаку;  
 $P_{var}^1$  – постачальники лаку;  
 $T_{varpt}^1$  – час необхідний на постачання лаку.

Кожна альтернатива з множини  $A_{var}^3$  може описуватися за формулою:

$$A_{var}^3 = \{(x_1^3, x_2^3, \dots, x_n^3)\}, \quad (2)$$

де  $x_i^3$  – номер класу фарби за класифікацією «види друку» (лак для офсетного; глибокого та для флексографського друку).

Для ведення ефективної роботи та співпраці, наприклад, з соціальними партнерами, необхідно визначити витрати, які може собі дозволити підприємство на такий вид відносин.

Для визначення витрат на такий вид взаємин повинні враховуватися і виконуватися наступні умови: по-перше, сума надходжень від підприємства-партнера, повинна бути більше або дорівнює фактичним витратам за зобов'язаннями; по-друге, кількість відносин або виконаних угод підприємства-партнера повинно бути таким, щоб прийняття підприємством рішення про партнерство при такому типі взаємин була максимальною. Для визначення витрат на взаємини пропонується використовувати формулу 3:

$$\prod_{i=1}^3 P_i(X_i < k_i) \rightarrow \max, \quad (3)$$

де  $P_i(X_i < k_i)$  ( $i=1,3$ ) ймовірність прийняття підприємством рішення про взаємини;

$k_i, k_j$  – кількість взаємодій при ухваленні рішення про взаємини.

Участь в соціальних проектах, в соціальному партнерстві, тощо несе неабиякі збитки підприємству. Збитки, як у вигляді коштів, матеріальних та часових ресурсів. Для прийняття рішень, щодо участі або заключення соціального партнерства необхідно прийняти обґрунтоване рішення необхідно оцінити ефективність такого партнерства. Оцінка доцільності взаємовідносин може відбуватися в декілька етапів: перший, визначити спільний ефект продуктивності, який створюється на основі практики відповідності; друге, розділити спільний ефект на зростання продуктивності для зацікавлених сторін. У загальному вигляді зростання продуктивності є функцією від трьох змінних: зовнішня ефективність клієнта; внутрішня ефективність клієнта; внутрішня ефективність замовника. Початкові збитки від такого виду партнерства можуть переважати прибутки. Але з точки зору довгострокового соціального партнерства майбутні прибутки можуть переважати.

Ефективність СППР, призначених для вирішення широкого спектра завдань оцінити набагато складніше. Зокрема, результат використання СППР,

призначених для обґрунтування рішень з управління промисловим підприємством, не проявляється відразу ж після прийняття рішення і не завжди може бути оцінений кількісно в грошовому вираженні. Найчастіше такий результат виявляється опосередковано і в довгостроковій перспективі. Наприклад, зроблений одноразово вдалий вибір постачальника сировини або технології виробництва може значно поліпшити результати виробничої діяльності підприємства, але якщо при цьому маркетинг проводиться недостатньо успішно, то прояв позитивного результату може бути нівельовано наявністю негативного [18].

Як свідчать результати проведеного аналізу в сфері оперативного планування поліграфічного виробництва існує потреба в комп'ютеризованій підтримки цілого ряду слабоструктурованих рішень. Ефективним підходом до вирішення слабоструктурованих задач є їх апроксимація безліччю добре визначених завдань прийняття рішень.

## **Висновки**

Проведено аналіз партнерських та соціальних відносин у видавничо-поліграфічній галузі. Дано визначення поняття «соціальні відносини» у видавничо-поліграфічному виробництві. Проведене дослідження показало великий потенціал застосування системи класу СППР для підтримки оперативних технологічних рішень на поліграфічному виробництві. З метою створення методичної бази для реалізації цього потенціалу були проаналізовані типові оперативні рішення за організацією технологічного процесу в поліграфії та на цій основі сформований формалізований комплекс завдань прийняття рішень.

Розглянутий комплекс формалізованих завдань визначає коло основних функціональних вимог до СППР у досліджуваній сфері. Він також закладає основу для подальших розробок вимог до баз даних, базових моделей та базових знань системного класу СППР, призначених для підтримки оперативних технологічних рішень на поліграфічному виробництві. Виходячи з вище сказаного, можна зробити висновок, що керівник поліграфічних підприємств складно прийняти рішення щодо створення соціального партнерства з такого виду партнерства. Нові прибутки від соціального партнерства в довгостроковій перспективі можуть зростати. Для розрахунку доцільності та ефективності укладання соціального партнерства необхідно використовувати відповідні системи. Це СППР за управління партнерськими відносинами, що дозволяє розширювати цільову образність та ефективність соціального партнерства. Комплекс економіко-математичних моделей, що знаходяться в базових моделях у цій системі, повинен розшифровувати доцільність встановлення соціального партнерства та кількості таких відносин для досягнення прибутку.

## Список літератури

1. Keith R.J., Enis B.M. The Marketing Revolution. Marketing Classics. A Selection of Influential Articles. 5th edition. Boston; London, et al.: Allyn and Bacon, Inc., 2003.
2. Андрющенко Т.Ю. Автоматизація та системи підтримки прийняття рішень на поліграфічних підприємствах // Системи обробки інформації. 2010. № 7(88). С. 134-141.
3. Андрющенко Т.Ю. Системи управління взаємовідносинами із стейкхолдерами на поліграфічному підприємстві // Системи обробки інформації. 2012. № 8(106). С. 170-176.
4. Социальное партнерство. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Социальное\\_партнерство](https://ru.wikipedia.org/wiki/Социальное_партнерство).
5. Гордон Я.Х. Маркетинг партнерских отношений/ СПб.: Питер, 2001. 379 с.
6. Завгородня А.В., Ямпільська Д.О. Маркетингове планування. СПб.: Питер, 2002. 385 с.
7. Иванов П.К., Самарин Ю.Н. Автоматизированные информационно-управляющие системы в полиграфии // КомпьюАрт. 2007. № 4. С. 35-39
8. Иванов П.К., Самарин Ю.Н. Автоматизированные информационно-управляющие системы в полиграфии // КомпьюАрт. 2007. № 4. С. 35-39.
9. Ковальов А.І., Войленко В.В. Маркетинговий аналіз. М.: Центр економіки і маркетингу. Вид. 2-е, перероб. і доп., 2000. 265 с.
10. Кондрусь Е.А. Организация оперативного управления производством на полиграфических предприятиях с применением информационных технологий: Дис. канд. эк. наук: 05.05.03. М., 2003. 160 с.
11. Корчунов Д. Организация процессов по работе с клиентами // Отдел маркетинга. 2005. № 3. С. 24-26.
12. Куц С.П. Сравнительный анализ основных концепций теории маркетинга взаимоотношений // Вестник СПбУ. 2003. Сер. 8. Вып. 4 (№ 32) С. 3-25.
13. Лейбс С. Управление отношениями с партнерами. URL: [http://consulting.ru/cfo\\_169](http://consulting.ru/cfo_169).
14. Лосев С.В. Управление отношениями с клиентами // Маркетинг в России и за рубежом. 2006. № 1.
15. Народицкий И. Управление взаимоотношениями с партнерами (PRM) // Финансовая газета. 2010. Региональный выпуск. № 16. С. 4.
16. Нестеров А.А. Антикризисный арсенал руководителя: обзор инструментов поддержки принятия решений. URL: <http://www.1С.ru>.
17. Прийняття управлінських рішень: навчальний посібник / Ю.Є. Петруня, Б.В. Літовченко, Т.О. Пасічник та ін.; за ред. Ю. Є. Петруні. 4-те вид., переробл. і доп. Дніпро: Університет митної справи та фінансів, 2020. 276 с.
18. Пушкар О.І. Андрющенко Т. Ю. Формалізація поняття «партнерські відносини» видавничо-поліграфічних підприємств // Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: технічні науки Том 30 (69) Ч. 1 № 1 2019 с. 115-120.
19. Рамзаев М. CRM – управление отношениями с клиентами. URL: [http://www.e-commerce.ru/biz\\_tech/implementation/management/crm.html](http://www.e-commerce.ru/biz_tech/implementation/management/crm.html).
20. Рахимов А. Разработка и внедрение современных технологических процессов полиграфического производства. URL: <http://www.ruprint.ru/2008/04/28/92.html>.
21. Скачкова Г.С. Социальное партнерство / Большая Российская Энциклопедия (в 35 т.). Москва: Научное издательство «Большая российская энциклопедия», 2016. Т. 31. Социальное партнерство – Телевидение. С. 5. 766 с.
22. Хилл Н., Брайерли Дж., Мак-Дуголл Р. Как измерить удовлетворенность клиентов. М.: ИНФРА-М, 2005.
23. Чухрай Н.І. Оцінювання і розвиток відносин між бізнеспартнерами: монографія. Львів: Растр-7, 2008. 360 с.

УДК 659.128.2

## РОЗРОБКА МЕТОДИКИ ВИЗНАЧЕННЯ ШРИФТІВ ДЛЯ РЕКЛАМНИХ ІНТЕРНЕТ-КОМУНІКАЦІЙ

**Бережна О.Б.**

к.е.н., доцент, кафедра «Комп'ютерних систем і технологій»,  
Харківський національний економічний університет ім. Семена Кузнеця

**Слєпцова А.Б.**

магістр, кафедра «Комп'ютерних систем і технологій»,  
Харківський національний економічний університет ім. Семена Кузнеця

***Анотація.** Стійке збільшення обсягу інтернет-реклами, зокрема, банерної, обумовлює актуальність проблеми створення її якісного дизайну. Суттєвою проблемою є вибір шрифтового оформлення реклами для вебу. Науковим результатом дослідження є створення методики вибору веб-шрифтів для реклами, в залежності від вимог і побажань замовника, з відповідної вибірки шрифтових гарнітур, згрупованих у кластери.*

***Ключові слова:** ВЕБ-ДИЗАЙН, БАНЕРНА РЕКЛАМА, ВЕБ-ШРИФТИ, ШРИФТОВЕ РІШЕННЯ, КРИТЕРІЙ ВИБОРУ ШРИФТІВ.*

### **Вступ**

Інтернет-реклама є одним з основних каналів комунікації виробників із цільовою аудиторією. Її можна використовувати і адаптувати на різних платформах, наприклад, в соціальних мережах, в поштових розсилках, у соціальних мережах, в messenger маркетингу з метою інформування потенційних клієнтів і просування продукції або послуг компанії в інтернет-просторі. Важливим чинником, від якого залежить сприйняття образу компанії, встановлення сталих асоціацій з брендом, а також запам'ятовуваність і засвоюваність рекламної інформації, є вибір шрифтового оформлення реклами.

Найважливіша інформація передається споживачу саме через текстову компоненту, тому на перше місце виходить вдалий вибір шрифтового рішення.

У дослідженні проаналізовано сучасний стан шрифтового оформлення інтернет-реклами, розглянуто сучасні методики вибору шрифтового дизайну. За допомогою експертного оцінювання та методу кластерного аналізу множини веб-шрифтів розподілено на групи, які містять взаємозамінні шрифтові гарнітури із схожими характеристиками.

### **Мета та задачі дослідження**

Метою дослідження є розробка методики вибору веб-шрифтів для реклами в інтернет-просторі, в залежності від вимог і побажань замовника.

Для досягнення поставленої мети було вирішено наступні задачі:

– проаналізовано існуючі методики вибору шрифтових гарнітур для реклами;

- за допомогою методу експертних оцінок та методу парних порівнянь з'ясовано перелік найбільш значущих параметрів та характеристик для визначення найбільш відповідних тематиці певної реклами шрифтів;
- за допомогою кластерного аналізу сформовано групи гарнітур зі схожими характеристиками;
- здійснено підбір веб-шрифтів, які вдало поєднуються між собою.

## **Основна частина**

Головна увага рекламодавців часто націлена саме на інтернет-рекламу. Якщо компанії та їх продукція не рекламуються належним чином в інтернет-просторі, то їх продукція має значно менший попит і вони упускають потенційних клієнтів. Широке вживання реклами у вебі приводить до проблеми її правильного, читабельного та естетично привабливого, шрифтового рішення, що обумовлює виникнення проблеми підбору веб-шрифтів для її оформлення. Текстова компонента виконує заголовну роль в інтернет-рекламі, тому що вона містить найбільш значущі для рекламодавця дані і має забезпечити зростання конверсії реклами та збільшення лояльності споживачів реклами. Потенційні клієнти мають помітити конкретну рекламу серед подібних об'єктів та сприйняти рекламне повідомлення в умовах незначного часу рекламної демонстрації та малої площини рекламного об'єкту.

Проблема вибору шрифтового рішення вирішується кожним дизайнером самостійно, не існує універсальних методик, що прискорювали би процес вибору. Існуючі шрифтові онлайн-сервіси, на жаль, не полегшують проблему гармонійного підбору шрифтових гарнітур, особливо кирилических, за тематикою реклами. При виборі веб-шрифтів потрібно забезпечити читабельність повідомлення, не зважаючи на незначну площу рекламного об'єкту. Для веб-шрифтів характерні специфічні особливості, що утруднюють їх використання: відмінності відображення шрифтів різними браузерями, зручність сприйняття людським оком з екранів пристроїв більш округлих та простих літер без зарубок, відмінності контрасту штрихів, насиченості та контурів літер у різних кеглях, що відповідно впливає на читабельність (рис. 1).

Таким чином, для вирішення проблеми потрібна методика, що підтримувала би процес вибору шрифтів, які відповідають набору певних характеристик, обраних користувачем для конкретного завдання.

Було здійснено аналіз літературних джерел, присвячених визначенню дизайнером шрифтових гарнітур та опису відповідних методик.

Наприклад, П. Хендерсон, Д. Гіз та Д. Кот у статті [1] надають рекомендації з вибору шрифтів, що відбиваються на успішності показів та представляють стратегічну цінність. Автори пропонують враховувати потенційні компроміси між різними враженнями, які можуть здійснювати шрифти (наприклад, помітний, даруючий надію, приємний, привабливий).

Для визначення шрифту пропонується орієнтуватися на шість базових параметрів дизайну: значущість, природність, складність, гармонійність, ефектність та стислість і обирати серед чотирьох груп шрифтів, відібраних за певними ознаками.

## Специфіка веб-шрифтів



Рисунок 1 – Особливості веб-шрифтів

К. Ларсон та Р. Пікард [2] описують методологію, що демонструє емоційні зміни у сприйнятті шрифтів споживачами. Вони розглядають проблему поєднання шрифтових гарнітур із різним трекінгом та симетрією з точки зору зручності та швидкості читання і стверджують, що вдала типографіка, що забезпечує поліпшене зорове сприйняття тексту, впливає на настрій читача і навіть на його працездатність.

А. Горбунов [3] формулює принципи модульності та якірних об'єктів, а також розглядає правила сприйняття внутрішнього та зовнішнього, як окремих випадків теорії близькості, де текстові компоненти, що розміщені неподалік один до одного, сприймаються як єдине ціле.

Р. Брінгхерст в своїй книзі «Основи стилю в типографіці» [4] пропонує групувати шрифтові гарнітури, враховуючи історичні періоди в історії мистецтва, наприклад, поєднує романтизм, бароко, рококо, та інші. Увага приділяється тільки книжковим, набірним гарнітурам, надаються рекомендації щодо способів структурування, вибору та поєднання шрифтів у пари, але річ іде виключно про шрифти для поліграфії.

Результати аналізу публікацій показали, що методи вибору шрифтів для поліграфії розібрано досить детально, але способи визначення шрифтів для вебу вимагають більш поглибленого дослідження.

В ході проведеного дослідження сформовано перелік критеріїв для визначення замовником або веб-дизайнером шрифтів, що є найбільш відповідними для розроблюваного макету реклами. Для оцінювання множини шрифтів визначено п'ятнадцять параметрів ( $A = \overline{1, 15}$ ), які дають змогу найбільш широко охарактеризувати шрифтові гарнітури. Усі параметри шрифтів було поєднано в групи – наприклад, основні, художні, емоційні, матеріальні та інші (рис. 2). Серед них: підтримувані мови  $A_1$ , вартість  $A_2$ , розмір  $A_3$ , ємкість  $A_4$ , характер  $A_5$ , емоційність  $A_6$ , естетичність  $A_7$ , читабельність  $A_8$ , пропорційність  $A_9$ , поширеність  $A_{10}$ , тип  $A_{11}$ , насиченість  $A_{12}$ , епоха  $A_{13}$ , лінійність  $A_{14}$  та геометричність  $A_{15}$ . Для кожного параметру пропонуються пари протилежних значень (наприклад, плавний-різкий, чіткий-розмитий, легкий-важкий). Скажімо, для параметра вартість  $A_2$  визначено такі пари протилежних значень: безкоштовний-платний; особисте використання-публічне використання.

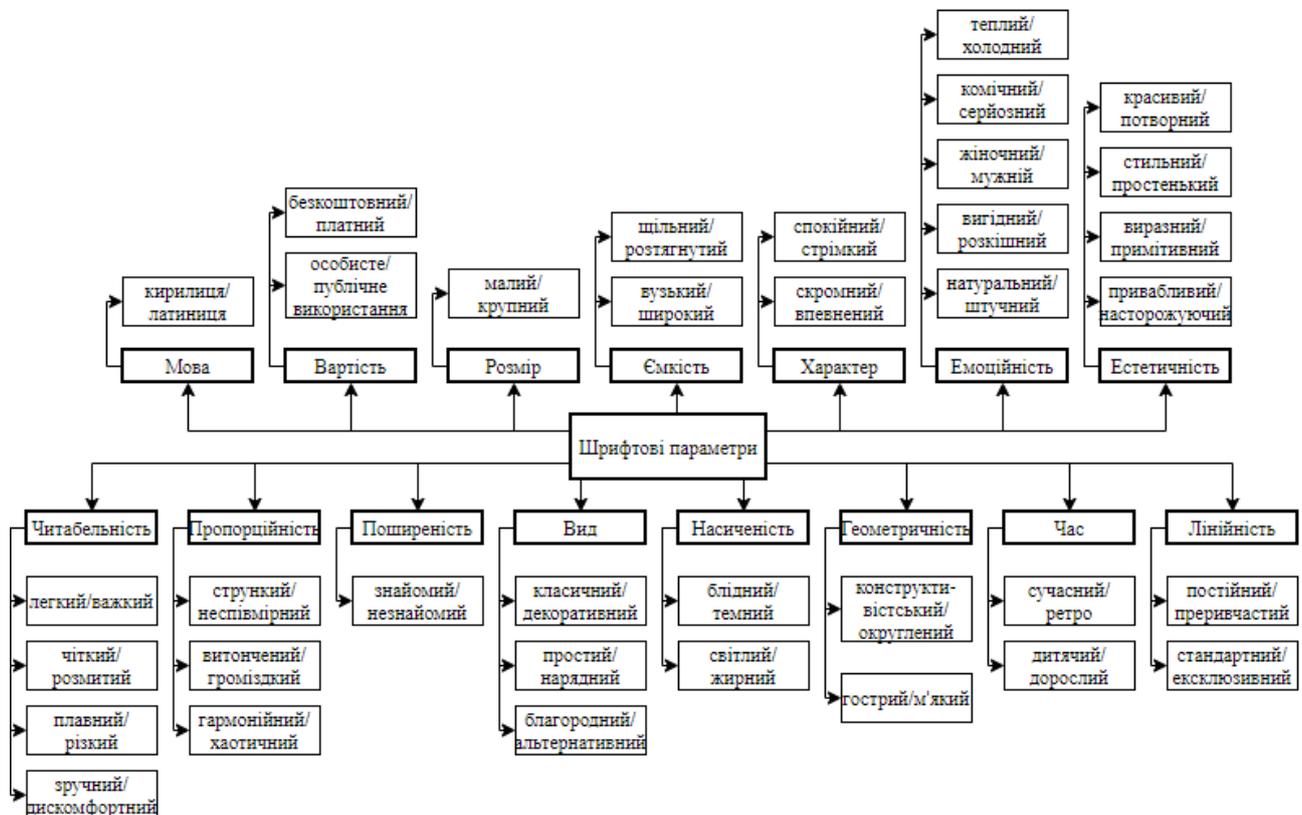


Рисунок 2 – Множина шрифтових параметрів

В результаті експертного опитування дизайнерів і студентів старших курсів спеціальності 186 «Видавництво та поліграфія» (кількість експертів склала 16 чоловік), характеристики було проранжовано за їх значущістю від 1 до 15. Коефіцієнт конкордації склав 0,91, що свідчить про узгодженість оцінок експертів.

Для аналізу отриманих оцінок рангів шрифтових параметрів, було використано метод парних порівнянь. За допомогою методу парних порівнянь на основі експертних оцінок сформовано матрицю відповідно шкалі відносної значущості Т. Сааті, від 1 до 9 балів, що дозволило визначити значущість

кожного з переліку критеріїв вибору шрифтів. Визначено індекс погодженості матриці, що склав 0,242, а відношення погодженості дорівнює 0,152. Даний результат є прийнятним ступенем погодженості, тому що відношення погодженості попадає в діапазон 0,1 – 0,3. Відношення погодженості за результатами оцінки кожного експерта також є припустимими.

Найбільш значущі шрифтові параметри наведено на рис. 3.



Рисунок 3 – Найважливіші параметри веб-шрифтів

На наступному етапі здійснено оцінювання множини відібраних веб-шрифтів у кількості 100 шрифтових гарнітур за визначеними параметрами заб-бальною шкалою, де оцінка від 1 до 3 показує належність шрифту до першої характеристики з пари значень, а оцінка від 4 до 6 означає, що гарнітура має протилежну характеристику. Таким чином, отримані бали 1-2 та 5-6 виявляють домінування певної характеристики для шрифту, а бали 3-4 свідчать, що така характеристика досить слабо характеризує шрифт (рис. 4). Оцінювання гарнітур за запропонованою бальною системою надає змогу розкрити найбільш ярко виражені шрифтові характеристики для кожної проаналізованої гарнітури із 100 відібраних.

Даний аналіз надав змогу сформуванню основну шрифтову базу, відповідно якій пропонується здійснювати вибір шрифтів відповідно завданню, що сформульовано замовником.

Для формування із множини досліджуваних веб-шрифтів (розглянуто 100 гарнітур) кластери шрифтів з подібними характеристиками використано кластерний аналіз. Для його проведення було використано програму Statistica.

Для визначення кластерів, що поєднують гарнітури зі схожими шрифтовими характеристиками, було використано ієрархічну кластеризацію, що послідовно поєднує менші кластери більш крупні. Перевагою такого методу є наочність результатів.

Шрифт	Характеристики																																
	малий / крупний	щільний / розтягнутий	вузький / широкий	спокійний / стрімкий	скромний / впевнений	теплий / холодний	комічний / серйозний	жіночий / мужній	вигідний / розкішний	природний / штучний	красивий / потворний	стильний / простенький	виразний / примітливий	привабливий / насторожуючий	легкий / важкий	чіткий / розмитий	плавний / різкий	зручний / дискомфортний	стрункий / неспівмірний	витончений / громіздкий	гармонійний / хаотичний	знайомий / незнайомий	класичний / декоративний	простий / нарядний	благородний / альтернативний	блідний / темний	тонкий / жирний	сучасний / ретро	дитячий / дорослий	лінійний / переривчастий	стандартний / екслюзивний	конструктивістський / округлений	гострий / м'який
Arial	5	2	5	2	5	2	3	3	2	2	3	6	6	3	4	1	2	1	4	5	2	1	1	1	2	5	5	3	3	1	1	4	4
Blender Pro	4	4	4	3	3	4	2	4	3	4	4	3	3	3	2	3	4	4	3	3	2	5	4	3	4	3	2	2	4	1	4	2	3
Bebas	5	1	1	4	5	2	4	5	3	3	3	3	3	2	4	1	4	3	2	4	2	2	2	2	3	5	3	2	4	1	2	3	4
Inter	5	2	4	2	5	2	3	3	3	2	3	4	5	2	4	2	3	1	4	4	2	2	1	2	2	5	4	2	3	1	1	4	4
DecimaMonoX	4	6	3	3	3	4	5	5	2	5	4	5	5	4	4	1	5	5	3	4	4	5	4	2	4	4	3	1	4	2	4	2	3
Kizo	1	1	1	4	2	6	3	5	4	4	3	2	2	3	3	3	3	4	1	1	2	4	2	2	4	1	1	3	5	1	4	2	2
PF DinText Pro	4	2	2	2	4	2	5	4	2	3	3	5	4	4	3	2	4	2	3	4	3	2	1	2	2	5	3	3	3	1	2	3	4
PT Mono	4	3	4	3	4	2	2	4	3	4	3	4	3	3	4	2	3	3	3	4	3	3	3	4	2	5	4	3	3	1	2	3	4
TT Firs Neue	4	2	5	3	4	3	4	5	3	4	4	5	3	4	4	2	3	3	3	4	3	5	4	3	2	5	4	2	3	1	2	1	3
Circe	4	2	4	2	4	3	3	5	2	3	3	4	4	3	3	2	2	1	2	4	3	1	1	2	2	4	3	1	3	1	1	3	4
Futura New Book	3	2	3	3	4	5	4	3	4	4	1	2	1	1	2	3	4	1	2	2	2	1	1	4	2	4	2	2	4	1	1	3	2
Garamond Premier Pro	2	2	2	4	3	5	4	3	3	4	2	4	2	2	2	4	5	4	2	2	2	2	1	4	2	4	2	2	4	5	1	3	2
Intro Black Alt	5	2	5	3	5	1	2	3	2	4	3	3	4	3	4	1	1	3	4	5	2	5	4	5	3	6	5	5	2	1	4	5	6
Muller Regular	4	2	5	3	5	2	2	3	2	1	2	3	2	3	3	2	2	2	3	3	2	1	2	2	2	4	3	2	2	1	2	6	6

Рисунок 4 – Фрагмент оцінювання відібраних шрифтів

## Результати досліджень

В результаті здійснення кластерного аналізу множину шрифтових гарнітур розподілено на 6 кластерів, які поєднують шрифти із подібними характеристиками (рис. 5). Для перевірки доцільності результатів, отриманих за допомогою ієрархічної кластеризації, застосовано інший, неієрархічний спосіб кластеризації – метод k-середніх – і проведено аналіз для 5 та 7 кластерів. В результаті виявлено, що для 5 та 7 кластерів відмінності між попереднім результатом мінімальні і таке групування є недоцільним.

Кожен кластер має свої характерні особливості, завдяки яким вони відображають притаманну їм специфіку. У шрифтів кластеру 1 найбільш ярко представлені наступні характеристики: комічний, дитячий, ретро, теплий, чіткий, лінійний. Шрифти кластеру 2 можна охарактеризувати як красиві, благородні, тонкі, сучасні та спокійні. Гарнітури кластеру 3 користувачі сприймають як знайомі, стандартні, класичні, прості та лінійні. Для шрифтів кластеру 4 притаманні такі характеристики, як щільний, вузький шрифт,

стильний, виразний, жіночний, привабливий, розкішний, легкий, плавний, природний, красивий, витончений, декоративний, нарядний.

Шрифти кластеру 5 мають наступні характеристики: серйозний, стильний, гармонійний, благородний, гострий, тонкий, сучасний, холодний. У кластер 6 попали шрифти, про які можна сказати: крупний, широкий, мужній, важкий, громіздкий, незнайомий, чіткий, стрімкий, впевнений, штучний, конструктивістський, потворний, насторожуючий, різкий, дискомфортний.

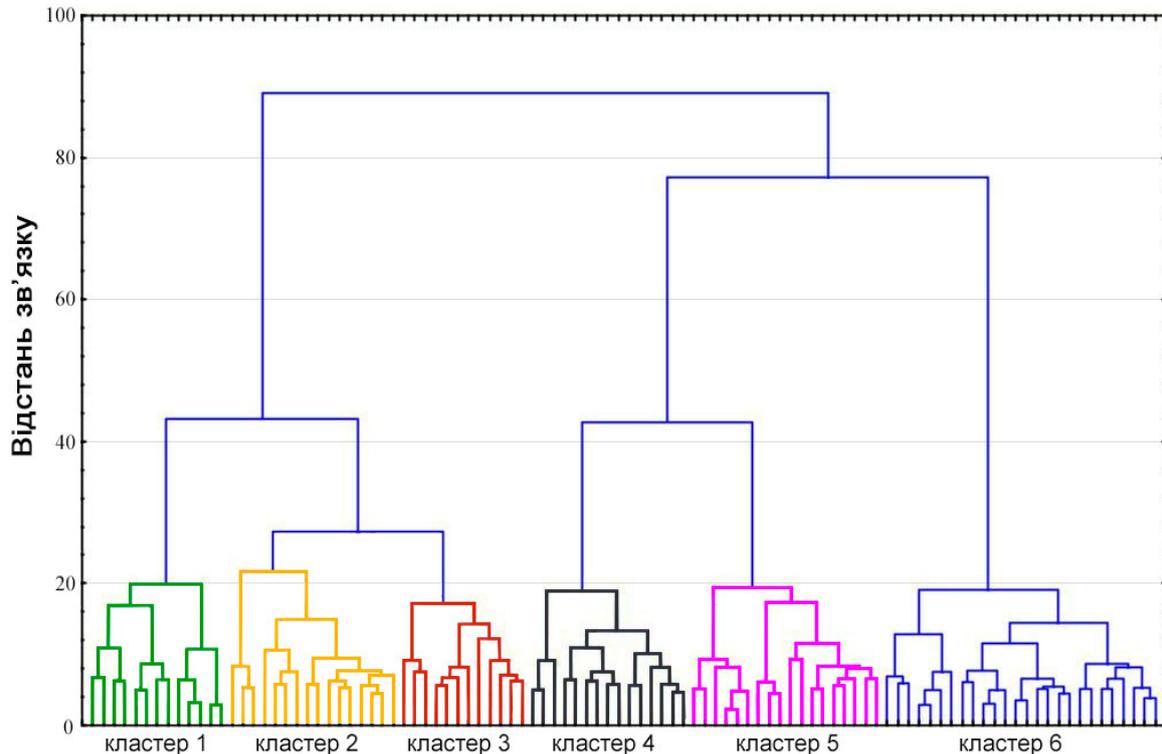


Рисунок 5 – Результати кластерного аналізу

Відповідно цим характеристикам, кластерам 1-6 доцільно дати такі назви: дружній, спокійний, класичний, романтичний, діловий, провокуючий.

У табл. 1 наведено перелік шрифтових гарнітур, що попали до кожного із кластерів. Розглянемо їх призначення більш детально.

До першого кластеру попали шрифти, що викликають тепле і комічне враження, вони також доцільні у дитячих проектах. У другому кластері поєднано красиві тонкі шрифти, що є спокійними, урівноваженими, створюють враження сучасних. Третій кластер поєднує нібито знайомі, стандартні, прості, класичні гарнітури, з гарною читабельністю, зручні для сприйняття. Шрифти четвертого кластеру відрізняються витонченістю, легкістю та плавністю, привабливі, нарядні, навіть розкішні, вони доцільні для використання у проектах для жінок. П'ятий кластер призначений насамперед для створення ділового, серйозного, офіційного враження, він поєднує благородні, стильні, сучасні шрифти з гострими та тонкими контурами. Про останній кластер можна стверджувати, що у ньому шрифти, які є крупними, мужніми, важкими, навіть громіздкими, широкими, вони вселяють впевненість і звертають на себе увагу, це насамперед шрифти для проектів, де цільова аудиторія – чоловіки.

Таблиця 1 – Розподіл шрифтових гарнітур за кластерами

Кластер 1 Дружній	Кластер 2 Спокійний	Кластер 3 Класичний	Кластер 4 Романтичний	Кластер 5 Діловий	Кластер 6 Провоку- ючий
Intro Black Alt, Neo Sans, Uni Sans Bold, Thin Skinned, Nostalgia, Airfool, EchoRevival, Grenouille, Rum Raisin Cyrillic, Steelfish, Movie Twentytwelve Sans G, TT Frantz, Ka Callista	Blender Pro, Museo Cyrillic, Sverdlovsk, Mont ExtraLight, Cormorant Garamond, Whipsmart, Pt Astra Serif, Marta italic, Oks, Lora, Stinger	Arial, Bebas, Inter, PF DinText Pro, PT Mono, TT Firs Neue, Circe, Muller Regular, TT Commons, Akrobat, Helvetica Neue, Stolzl, Candara, Rotonda, AGOpus, Golos, JetBrains Mono, Noah, Fira Sans, PT Sans, PT Root, Sansation, Literata, Montserrat, Sreda, Fedra Sans Pro, Qanelas, Ruberoid, Anselm Sans, PF Centro Slab Pro, Academy, TT Travels, Blacker Sans Pro, Berlingske Sans, Cinematografica, Spaceland	Antonella, Rosalinda, Bernhard, Monotype Corsiva, Bertha, Caravan Palace of Sports, TT Knickerbockers Script	New Baskerville, PF Regal Pro, TT Supermolot Neue, Vetren, Trajan Pro, Cinzel, EB Garamond, Playfair Display, Oranienbaum, Spectral, Spectral SC, Zapf Humanist, Displace	Furore, Remains, Road Rage, Tactic Sans, KillCrazy, NFS font, Hacked, Misto, Bravo, Keleti, Rodenko Condensed, Blackest

Для того, щоб урізноманітнити та виділити структурні одиниці рекламного повідомлення, використовують різні комбінації шрифтів. Для комфортного сприйняття макету глядачем вважається, що кількість використовуваних гарнітур повинна не перевищувати трьох. Поєднують гарнітури у шрифтові пари таким чином, щоб композиція сприймалася гармонійною і різні гарнітури візуально не конфліктували одна з одною за характером, змістом та настроєм.

Існують різні принципи поєднання шрифтів у шрифтові пари [5]:

– за контрастом – кожна з обраних гарнітур, акцентує увагу на конкретній інформації, у той же час виділяє, підкреслює якісь особливості шрифта, що обрано у пару;

– за подібністю – шрифти виглядають гармонійно, споріднено і створюють єдиний образ, який відображує реклама.

Шрифтовий контраст підкреслює різницю між застосованими шрифтами.

Виділяють наступні види контрасту:

- за формою – наприклад, поєднують гротеск й антикву, прямокутні й округлі форми, виразні й нейтральні контури. Для шрифту, який має сильний характер можна обрати у пару спокійний, мало примітний, нейтральний шрифт, який виділить перший шрифт, зосередить на ньому увагу;

- за розміром літер – з великим ростом літер високі й низькі літери. Підібрані за таким контрастом шрифти будують чітку, виразну типографічну ієрархію і надають рекламі певної експресії ;

- за ємкістю – парують гарнітури щільні й розтягнуті, вузькі й широкі;

- за насиченістю – поєднання насиченого темного шрифту із блідим дозволяє легко підкреслити, виокремити головне;

- за різною кольоровістю набору – таке поєднання урізноманітнює шрифтове рішення та загальний вигляд макету завдяки різниці у розмірі шрифтів, насиченості, інтерліньяжу, кернінгу. Кольоровість макету полегшує сприйняття інформації завдяки чітко побудованій ієрархії елементів тексту [6].

Поєднуючи кілька шрифтів, необхідно враховувати їх індивідуальну контрастність і стилістичний характер. Наприклад, якщо один шрифт насичений і виразний, інший має бути легким і спокійним, і навпаки. Якщо поєднувати два експресивних або два нейтральних шрифти в однаковому накресленні та розмірі – вони зіллються й не привертатимуть уваги. Це неприпустимо для будь-якої реклами.

З іншого боку, рекомендується уникати поєднання шрифтів із занадто великим контрастом, а також не поєднувати у пари шрифти із різним настроєм, що може викликати у глядача візуальний дисбаланс та ускладнювати сприйняття рекламної інформації. При підборі гарнітур слід одночасно дотримуватися як контрасту, так і єдності. Єдність помітна в структурі шрифту та його характері. Створюючи шрифтові пари, дизайнеру необхідно експериментувати, не порушуючи загального стилю реклами.

## **Висновки**

У роботі проаналізовано існуючі методики вибору гарнітур для реклами та запропоновано власну методику вибору шрифтових рішень. В результаті дослідження з 100 проаналізованих веб-шрифтів було сформовано шість шрифтових кластерів, які доцільно застосовувати для інтернет-реклами, що має створити певний образ, враження: дружній; спокійний; класичний; романтичний; діловий; провокуючий.

Запропонована методика реалізована у вигляді он-лайн сервісу, де користувач може за обраними їх характеристиками отримати перелік з 5 найбільш відповідних шрифтових гарнітур та рекомендації щодо вибору для них шрифтових пар, а також приклади їх застосування у банерній рекламі.

Результати дослідження можуть бути корисними для веб-дизайнерів і дозволяють прискорити та полегшити вибір веб-шрифтів, насамперед

кириличних, для реклами, призначеної для інтернет-простору. У майбутньому планується розширення переліку шрифтових характеристик, зокрема, виділення шрифтів, що підтримують українську мову.

Список літератури

1. Impression Management Using Typeface Design / Pamela W. Henderson, Joan L. Giese, Joseph A. Cote. URL: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.135.8826&rep=rep1&type=pdf>.
2. Larson K., Picard R. The Aesthetics of Reading. URL: [https://www.researchgate.net/publication/334549568\\_Measuring\\_the\\_Aesthetics\\_of\\_Reading](https://www.researchgate.net/publication/334549568_Measuring_the_Aesthetics_of_Reading).
3. Горбунов А.С. Типографика и верстка. М.: Бюро Горбунова, 2015. 155 с.
4. Брингхерст Р. Основы стиля в типографике. СПб: БХВ Петербург, 2018. 480 с.
5. 29 principles for making great font combinations. URL: <https://bonfx.com/29-principles-for-making-great-font-combinations/>.
6. Бережна О.Б. Вибір стильового оформлення журнальних видань // Збірник наукових праць Харківського національного університету Повітряних Сил ім. І. Кожедуба. 2018. №2 (56). С. 153-157.

УДК 615.3.4.1

## МЕТОДИКА РОЗРОБКИ ПРЕДМЕТНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ПРОЕКТУВАННЯ МУЛЬТИМЕДІЙНИХ ВИДАНЬ

**Браткевич В.В.**

к.т.н., професор, кафедра «Комп'ютерних систем і технологій»,  
Харківський національний економічний університет імені Семена Кузнеця

**Пушкар О.І.**

д.е.н., професор, кафедра «Комп'ютерних систем і технологій»,  
Харківський національний економічний університет імені Семена Кузнеця

**Гринько Т.Ю.**

Кафедра «Комп'ютерних систем і технологій»  
Харківський національний економічний університет імені Семена Кузнеця

***Анотація.** Виконано аналіз початкових етапів проектування предметної технології мультимедійних видань та запропонована методика її формалізації. Надана покрокова процедура побудови рангової моделі критеріїв оцінювання. Пропонована модель оцінювання якості альтернативних варіантів мультимедійних видань.*

***Ключові слова:** ПРЕДМЕТНА ТЕХНОЛОГІЯ, МЕТОД АНАЛІЗУ СИСТЕМ, КРИТЕРІЙ, ЕКСПЕРТНА ОЦІНКА, РАНГОВА МОДЕЛЬ, ІЄРАРХІЯ, ХОЛАРХІЯ.*

### **Вступ**

Створення мультимедійних продуктів відбувається на основі чітко обґрунтованих етапів технології проектування, які можуть бути умовно розділені на три групи: наочні (предметні), забезпечуючі та функціональні.

Наочна (або предметна) мультимедійна технологія є послідовністю формальних процедур, інваріантних відносно інструментальних засобів, які виконуються з метою отримання кінцевого результату проектування.

Вибір відповідної інструментальної бази є метою забезпечуючої технології. Критерії вибору визначаються із специфіки кожного з етапів предметної технології.

Функціональна технологія відповідає на питання, яким чином можна використовувати вибрані раніш інструментальні засоби для вирішення завдань предметної технології.

Повноцінне мультимедійне видання може бути побудовано виключно за тими критеріями, за якими воно згодом може бути оцінено. Тому одним з головних завдань розробки предметної технології початкового етапу проектування мультимедійних видань (МВ) є обґрунтований вибір переліку критеріїв, які будуть покладені в основу процесу розробки, а також тестування і подальшого оцінювання мультимедійного продукту.

Кількість критеріїв може досягати декількох десятків, що ускладнює адекватне оцінювання кінцевого продукту і потребує їх оптимізації. Під

оптимізацією розуміється формування з початкової множини критеріїв рангової послідовності критеріїв та подальшим вибором низки критеріїв, які справляють домінуючий вплив на якість проєктованого продукту. В даний час для цієї мети широко застосовуються експертні методи, які засновані на парному порівнянні об'єктів що розглядаються. У багатьох предметних галузях дуже затребуваним виявився метод аналізу ієрархій (МАІ) і його подальший розвиток – метод аналізу систем (МАС). В їх основі лежить науково обґрунтована "шкала Сааті", застосування якої показало результати, які добре узгоджуються з практикою.

Не можна не відзначити що в основі існуючих підходів до оптимізації кількості критеріїв лежить припущення, що критерії незалежні, а моделі оцінювання альтернативних варіантів результату проєктування є ієрархічними. На практиці, як правило, між критеріями спостерігається взаємний вплив, ігнорування якого призводить до суттєвого спотворення результату проєктування. Тому досить актуальним є застосування методу аналізу систем, який дозволяє враховувати взаємні зв'язки між критеріями і будувати на їх основі холархічні або змішані моделі оцінювання якості мультимедійних продуктів. Саме цей метод покладено в основу методики формалізації предметної технології що розглядається.

Практична потреба в формалізації технологічних етапів розроблення мультимедійних видань обумовлює виникнення відповідного наукового інтересу стосовно проблематики мультимедійного видавництва. Так, в роботі [1] пропонується метод оцінки якості технології створення продукту. Цей метод може бути використаний в процесі оцінки якості технологій і інструментального базису електронних видань. Але в даній роботі не враховується специфіка впливу різних факторів на результат розроблення мультимедійного продукту.

У дослідженні [2] пропонується покрокова процедура створення веб-порталу. Ключове місце в даній процедурі займає аналіз та реалізація вимог до підвищення ефективності мультимедійної розробки. Проте в даному дослідженні відсутній розгляд проєктування мультимедійних видань як ітераційного процесу.

Робота [3] присвячена оцінюванню ефективності розробки мультимедійних продуктів. В той же час дана робота не містить опису переліку найбільш значущих критеріїв для створення електронних мультимедійних видань.

В дослідженні [4] запропоновано підхід до розробки мультимедійних видань в частині 3D-інсталяцій. В роботі наведена методика покрокового створення рекламних 3D-інсталяцій. Але дане дослідження не містить формалізації технологічних етапів запропонованої методики.

Дизайн синергетичної системи управління процесами створення мультимедійних видань, як самоорганізованих віртуальних спільнот, пропонується в роботі [5]. При цьому розгляд технологічного процесу розробки електронних видань є досить вузьким за складом розглянутих питань і призначений, в основному, для синергетичного контролю поточного процесу.

В роботі [6] основна увага акцентується на створенні веб-базованого інструментарію мультимедійного видавництва. Проте дана робота не враховує

відповідного критеріального базису розробки мультимедійних видань, що значним чином унеможлиблює адекватне вирішення поставленого завдання.

У дослідженні [7] пропонується розгляд розробки мультимедійних видань з позицій широкомасштабної модельної інженерії взаємодії з користувачами Інтернету. Однак, не дивлячись на використання методів модельної інженерії, у даному дослідженні відсутнє питання визначення критеріїв створення мультимедійних видань.

В роботі [8] пропонується підхід щодо підвищення ефективності візуального сприйняття продуктів мультимедійного видавництва. Проте дана робота не містить опису основних етапів технологічного процесу розробки мультимедійних видань.

Дослідження [9] розглядає оцінку якості інформаційних послуг веб-сайту на основі АНР- та СА-інструментарію. Однак дане емпіричне дослідження не враховує комплексного поєднання різних факторів в технологічному процесі розробки мультимедійних видань.

Технологія візуалізації мультимедійних видань як складова частина загального технологічного процесу електронного видавництва наведена в дослідженні [10]. Але вказане дослідження не містить рекомендацій стосовно експертного оцінювання складності реалізації критеріїв розробки електронних мультимедійних продуктів.

Відома робота [11], де пропонується пошук оптимальних зв'язків між критеріями для «адекватного» оцінювання якості результат проектування. Поняття «адекватного оцінювання» передбачає перетворення за алгоритмом Дейкстри вихідного багатозв'язного графа критеріїв оцінювання в послідовний однозв'язний граф, який має мінімальні значення вагових коефіцієнтів дуг, що пов'язують суміжні критерії. Для оцінювання якості книжкового видання пропонується задавати значення вагових коефіцієнтів вершин і порівнювати між собою отримані варіанти мінімальних покриваючих шляхів вихідного графа, з якого «встановлюють вплив довільного критерію на якість кінцевого продукту». Однак розглянути вирази мають надмірно спрощений вид, де по суті, оцінка переважної безлічі взаємозв'язків критеріїв зводиться до одного випадку, що оцінюється збільшенням, яке дорівнює одиниці. На практиці це призводить до значної методичної помилки визначення вагових коефіцієнтів дуг і завдання «адекватного оцінювання» зводиться до пошуку мінімальних значень дуг взаємозв'язку суміжних вершин-критеріїв.

Для обмеження переліку критеріїв оцінювання автори дослідження [12] запропонували «модель критеріїв композиційного оформлення книжкових видань», в основу якої покладено метод побудови «систем з рівнями». Модель дозволяє обмежити кількість досліджуваних критеріїв верхніми (старшими) рівнями ієрархії. Проте модель не дозволяє визначати вагові коефіцієнти критеріїв, що розглядаються, а також відсутній аналіз важливості взаємозв'язків між критеріями.

Подолання вказаних труднощів пропонується в роботі [13], де для відповідного оцінювання використовувалась шкала Сааті яка добре себе зарекомендувала в різноманітних предметних галузях. Суть методики полягає в початковому визначення (методом парних порівнянь) вагових коефіцієнтів кожного з рівнів «системи з рівнями» і подальшого розрахунку щодо кожного рівня відповідних вагових коефіцієнтів. Недоліком такого підходу є труднощі попарного експертного порівняння рівнів моделі, коли на кожному з них знаходяться декілька критеріїв.

### **Мета та задачі дослідження**

Виконаний аналіз наукових досліджень з проблематики мультимедійного видавництва дозволяє зробити наступні висновки.

1. Процес «адекватної оцінки» мультимедійної продукції орієнтовано на облік найменш значущих зав'язків між критеріями оцінювання, причому результат оцінювання надається не у вигляді інтегрального показника, а неявно – у вигляді відповідного підграфа, що ускладнює інтерпретацію кінцевого результату.

2. Важливим для процесу проектування мультимедійного видання є визначення найбільш істотних зав'язків між критеріями, на які розробнику необхідно звертати увагу в першу чергу. Однак, відомі методи оцінювання якості мультимедійних видань в своїй більшості орієнтовані на якісне, а не кількісне уявлення результату проектування.

3. Як правило, моделі оцінювання якості мультимедійних видань ґрунтуються на моделі з ієрархічними зв'язками між факторами та критеріями оцінювання, в той час як на практиці між критеріями мають місце зворотні зв'язки, що потребує розроблення відповідних холярхічних моделей.

4. Результати експертного оцінювання за відповідними шкалами якості мультимедійних видань істотно залежать від досвіду і інтуїції конкретних експертів.

Метою роботи є створення покрокової методики, яка дозволяє формалізувати початкові етапи предметної технології проектування мультимедійних видань, що дає можливість зменшити вимоги до досвіду і інтуїції розробника кінцевого продукту.

Для досягнення поставленої мети вирішувалися наступні завдання:

- створення вихідної критеріальної бази оцінювання мультимедійних видань;
- уявлення взаємозв'язків критеріїв у вигляді відповідної мережі або графа з напрямками впливу між критеріями;
- побудова рангової моделі критеріїв оцінювання;
- пошук домінуючих зав'язків в рангової моделі критеріїв оцінювання;
- кількісна оцінка домінуючих зав'язків між суміжними критеріями вихідної мережі;

– побудова моделі оцінювання якості альтернативних варіантів мультимедійних видань, яка враховує зворотні (холархічні) зв'язки між критеріями оцінювання.

### Основна частина

Теоретичні передумови формалізації предметної технології розробки мультимедійних видань.

*1 Особливості розроблення графа взаємозв'язків між критеріями оцінювання якості МВ*

Крок 1. Побудова вихідної мережі для геометричного уявлення відносин між критеріями оцінювання якості мультимедійних видань.

Нехай множина вершин  $N$  мережі визначена у вигляді наступного вектору:

$$N = \{ h_1, h_2, h_3, h_4, h_5, h_6, h_7, h_8, h_9 \},$$

де  $h_1 - h_9$  – перелік критеріїв, які розглядаються.

Безліч  $N$  може бути уявлена як сукупність вершин-критеріїв, зв'язки між якими визначаються як результат відповідних відповідей або суджень експерта на наступні питання.

Питання 1. Чи є взаємозв'язок між поточною парою критеріїв? Якщо відповідь «так», то відповідна пара з'єднується лінією.

Питання 2. Який з критеріїв є більш важливим (домінуючим)? Зазначений критерій позначається стрілкою, яка на нього вказує.

Крок 2. Побудова матриці суміжності.

Матриця суміжності  $B = \{b_{ij}\}$  заповнюється на підставі бінарного відношення «залежить від» і визначається наступним чином:

$$\begin{aligned} b_{ij} &= 1 \text{ якщо критерій } h_i \text{ залежить від критерія } h_j; \\ b_{ij} &= 0, \text{ якщо критерій } h_j \text{ залежить від критерія } h_i; \end{aligned} \quad (1)$$

### *2 Побудова рангової моделі критеріїв оцінювання*

Рангова модель або «мережева модель з рівнями» [14] будується в результаті послідовного аналізу матриці досяжності, яка формується з отриманої раніше матриці суміжності.

Крок 1. Побудова матриці досяжності.

Матриця досяжності визначається як бінарна матриця, в якій елементами є одиниці, якщо вершина графа будь-яким шляхом досяжна з іншої вершини, в іншому випадку елементи її - нулі. В роботі [6] надана формальна процедура її визначення:

$$(I + B)^{k-1} \leq (I + B)^k = (I + B)^{k+1} \quad (2)$$

згідно з якою на базі матриці суміжності  $B$  формується бінарна матриця  $(I + B)$ , де  $I$  – одинична матриця. Показано, що існує найменше ціле  $k$ , при якому кожен

елемент матриці  $(I + B)^{k-1}$  менше відповідного елемента матриці  $(I + B)^k$  або дорівнює йому, а відповідні елементи матриць  $(I + B)^k$  і  $(I + B)^{k+1}$  рівні. Матриця в правій частині виразу (2) називається матрицею досяжності.

Крок 2. Аналіз матриці досяжності і побудова на його основі системи з рівнями (рангової моделі).

Використання матриці досяжності дозволяє розділити поточну безліч вершин  $N = \{ h_1, h_2, h_3, h_4, h_5, h_6, h_7, h_8, h_9 \}$  на безліч рівнів, а також розділити кожен рівень на відповідні підмножини.

Таким чином, з безлічі вершин  $N$  можна виділити два види множин: досяжні вершини ДВ  $(h_i)$  – безліч вершин, яких можна досягти з вершини  $h_i$ ; вершини попередниці: ВП  $(h_i)$  безліч вершин, з яких можна досягти вершину  $h_i$ .

Безліч тих вершин  $h_i$ , для яких виконується  $ВП(h_i) = ДВ(h_i) \cap ВП(h_i)$ , що не можуть бути досяжним з будь-якої з решти вершин  $N$ , згідно [6] визначаються як рівень ієрархії.

Для побудови всіх рівнів необхідно застосувати наступну ітераційну процедуру.

1. Сформувати таблицю з елементами, яка має такі стовбці:

$$h_i, ДВ(h_i), ВП(h_i), ДВ(h_i) \cap ВП(h_i).$$

2. В таблиці знайти безліч елементів – критеріїв, що задовольняють умові:

$$ВП(h_i) = ДВ(h_i) \cap ВП(h_i).$$

Ці елементи утворюють безліч критеріїв першого (молодшого) рівня рангової моделі.

3. Викреслити поточну безліч з таблиці і застосувати другий (ітераційний) крок.

4. Отримана таким чином нова таблиця аналізується за аналогією з пунктом 2. Як результат – визначається безліч критеріїв, які співвідносяться з більш старшим рівнем.

Як результат, вихідна безліч критеріїв перетворюється в рангову послідовність, яку можна надати у вигляді вектору конфігурації, наприклад такого :  $\langle (h_5, h_7, h_8); (h_3, h_4); (h_1, h_2, h_9); h_6 \rangle$ , де критерій  $h_6$  співвідноситься до найбільшого рангу.

### *3 Пошук домінуючих зв'язків між критеріями якості МВ*

Для пошуку домінуючих зв'язків пропонується процедура, яка заснована на послідовному переборі і подальшому аналізу відгуку на розрив усіх зв'язків у вихідному графі. В якості індикатора на суттєвість зв'язку використовується зміна рівнів критеріїв у відповідній рангової моделі.

Конфігурація поточної рангової моделі може бути уявлена у вигляді вектору конфігурації, де кожен елемент містить підмножину критеріїв відповідного рівня, починаючи від молодшого.

Розглядаючи вектор конфігурації як індикатор важливості поточного зв'язку, послідовно розриваючи зв'язок між критеріями, оцінюється наявність зміни вектору конфігурації відповідної рангової моделі.

При зміні вектору конфігурації поточний зв'язок вважається критичним і відновлюється, в іншому випадку - видаляється.

Таким чином, рангова модель дозволяє розробнику МВ не тільки виділити найбільш важливі критерії її оцінки, а й визначити домінуючі зв'язки, які впливають на перерозподіл її рангів.

#### *4 Кількісне оцінювання домінуючих зв'язків між критеріями оцінювання*

Крім якісного опису взаємозв'язків критеріїв, для прийняття відповідних проектних рішень, також представляє інтерес і їх кількісна оцінка. Особливо це питання стає актуальним, коли на перерозподіл рангів впливають одночасно декілька зв'язків.

*Твердження.* Чим більше зміниться взаємне розташування рівнів критеріїв в ранговій моделі, тим більше важливіший вплив зв'язку між суміжною парою критеріїв на якісні характеристики МВ.

Кількісне оцінювання значущості зв'язків вихідного графу пропонується виконувати на основі поняття ваги вектору конфігурації рангової моделі, під яким розуміється адитивна згортка добутків рангу вектору на кількість критеріїв цього рангу.

*Визначення 1.* Вагою ( $V_0$ ) вектору конфігурації рангової моделі, яка містить  $N_0$  рівнів (рангів), називається сума добутків номера  $s$  ( $s = 1, 2, \dots, N_0$ ) поточного рівня (рангу) на кількість критеріїв  $r_s^0$  даного рівня.

$$V_0 = \sum_{s=1}^{N_0} s \times r_s^0. \quad (3)$$

Так, наприклад, вага чотирьох елементного вектору конфігурації

$$\langle (h_5, h_7, h_8); (h_3, h_4); (h_1, h_2, h_9); h_6 \rangle,$$

обчислюється так:  $V_0 = 1 * 3 + 2 * 2 + 3 * 3 + 4 * 1 = 20$ .

*Визначення 2.* Вагою ( $V_{i \rightarrow j}$ ) вектору конфігурації поточної рангової моделі, яка містить  $N_{i \rightarrow j}$  рівнів з вилученим зв'язком ( $i \rightarrow j$ ) між критеріями №  $i$  та №  $j$ , називається сума добутків номера  $s$  ( $s = 1, 2, \dots, N_{i \rightarrow j}$ ) поточного рівня (рангу) на кількість критеріїв  $r_s^{i \rightarrow j}$  даного рівня.

$$V_{i \rightarrow j} = \sum_{s=1}^{N_{i \rightarrow j}} s \times r_s^{i \rightarrow j} \quad (4)$$

Так, наприклад, якщо рангова модель з вилученим зв'язком між критеріями № 4 і № 1 має такий вектор конфігурації

$$\langle (5, 7, 8); (1, 3, 4); (2, 9); h_6 \rangle,$$

то його вага обчислюється наступним чином:

$$V_{4 \rightarrow 1} = 1 * 3 + 2 * 3 + 3 * 2 + 4 * 1 = 19$$

і визначає кількісну оцінку важливості зв'язку між критеріями №4 і №1.

*Визначення 3.* Кількісною оцінкою домінування критерію № і над критерієм № j будемо називати нормовану відносно вагового коефіцієнту початкового вектору конфігурації  $V_0$  величину  $(\Delta_{i \rightarrow j})$ , яка дорівнює абсолютному значенню різниці вагових коефіцієнтів початкового  $V_0$  і поточного  $V_{i \rightarrow j}$  векторів конфігурації відповідних рангових моделей:

$$\Delta_{i \rightarrow j} = \frac{\text{abs}(\sum_{s=1}^{N_0} s \times r_s^0 - \sum_{s=1}^{N_{i \rightarrow j}} s \times r_s^{i \rightarrow j})}{\sum_{s=1}^{N_0} s \times r_s^0}. \quad (5)$$

Так, с урахуванням попередніх прикладів, кількісне домінування критерію №1 над критерієм №4 обчислюється наступним чином:

$$\Delta_{4 \rightarrow 1} = (\text{abs}(20 - 19) / 20) = 0,05.$$

### *5 Розробка мережевої моделі оцінювання якості мультимедійних видань*

У загальному вигляді структура мережевої моделі оцінювання мультимедійних продуктів містить кластер альтернативних рішень вибору МВ і набір кластерів, кожному з яких зіставляється відповідний набір критеріїв оцінювання МВ. Взаємні зв'язки між кластерами і критеріями можуть бути ієрархічними, холархічними або змішаними.

Інтегральне оцінювання якісних характеристик альтернативних варіантів МВ пропонується здійснювати шляхом виконання наступних кроків.

Крок 1. Формування матриці домінування пар критеріїв, що порівнюються, на якість кінцевого продукту і розрахунок локальних пріоритетів впливу для кожного з критеріїв.

Заповнення матриці здійснюється шляхом експертного порівняння за шкалою Сааті ступеня важливості пар критеріїв на якість МВ.

Для усунення грубих помилок парних порівнянь експерт при призначенні відповідних балів орієнтується на рангові рівні поточних критеріїв, які вони займають в отриманій раніше рангової моделі (див. етап 3.2).

За даними матриці парних порівнянь обчислюється відповідні локальні пріоритети у вигляді вектору пріоритетів.

Кожен ваговий коефіцієнт вектору для поточного критерію визначається за такою формулою:

$$\mu_i = \frac{\sqrt[N]{\prod_{j=1}^N \frac{\alpha_i}{\alpha_j}}}{\sum_{i=1}^N \frac{\sqrt[N]{\prod_{j=1}^N \frac{\alpha_i}{\alpha_j}}}{N}} \quad (6)$$

де N – кількість критеріїв ієрархії;

$i = 1, 2, \dots, N$ ;

$\alpha_i / \alpha_j$  – відношення, яке показує у скільки разів за шкалою Сааті i-й критерій перевищує j-й;

$i = 1, 2, \dots, N$ ;  $j = 1, 2, \dots, N$ .

Крок 2. Формування результату взаємного впливу критеріїв з холархічними суміжними зв'язками.

Для спрощення процедури розрахунку доцільно враховувати тільки домінуючі холархічні зв'язки, перелік яких було отримано на етапі 3.3.

Надалі формуються матриці домінування пар критеріїв що, порівнюються і, згідно формули (6), розраховуються локальні пріоритетів впливу для кожного критерію з холархічними зв'язками.

Крок 3. Формування матриць парних порівнянь оцінювання повноти реалізації вимог низки оптимізованих критеріїв в альтернативних варіантах МВ.

Алгоритм виконання даного кроку аналогічний кроку 1, проте тут розраховується не вага кожного критерію, а ступінь повноти його реалізації в альтернативних варіантах кінцевого мультимедійного продукту.

Крок 4. Розрахунок глобальних (граничних) пріоритетів якості альтернативних варіантах мультимедійних видань.

В основу розрахунків покладена формула (6).

## Результати досліджень

Виклад методики ведеться на прикладі її впровадження в процес проектування мультимедійного навчального посібника. Розглядаються два альтернативних варіанти, титульні сторінки яких наведено на рис. 1.



Варіант 1

Варіант 2

Рисунок 1 – Альтернативні варіанти навчальних посібників

Етап 1. Розроблення графа взаємозв'язків між суміжними критеріями оцінювання якості МВ.

Надалі розглянута дев'яти елементна множина взаємозв'язаних критеріїв оцінювання ефекту використання мультимедійного видання, контент якого орієнтовано на підтримку навчального процесу.

1. Мультимедійні компоненти.
2. Навігація.
3. Структура.

4. Тести.
5. Санітарно-гігієнічні норми.
6. Дизайн.
7. Дидактичні показники.
8. Техніко-технологічних показники.
9. Верстка.

Геометричне уявлення відносин між критеріями надано на рис. 2.

Побудова графа виконувалась на підставі опитування експертів згідно з пунктом 1 теоретичних передумов методики.

Етап 2. Побудова матриці суміжності.

Матриця суміжності (табл. 1) формується на підставі виразу (1). Так, з рис. 1 витікає, що критерій  $h_4$  залежить від наступної низки критеріїв  $h_1, h_2, h_6, h_9$ . Тому в четвертому рядку ( $i = 4$ ) матриці суміжності необхідно записати одиниці в стовбці 1, 2, 6 та 9. Аналогічним чином заповнюються інші рядки матриці.

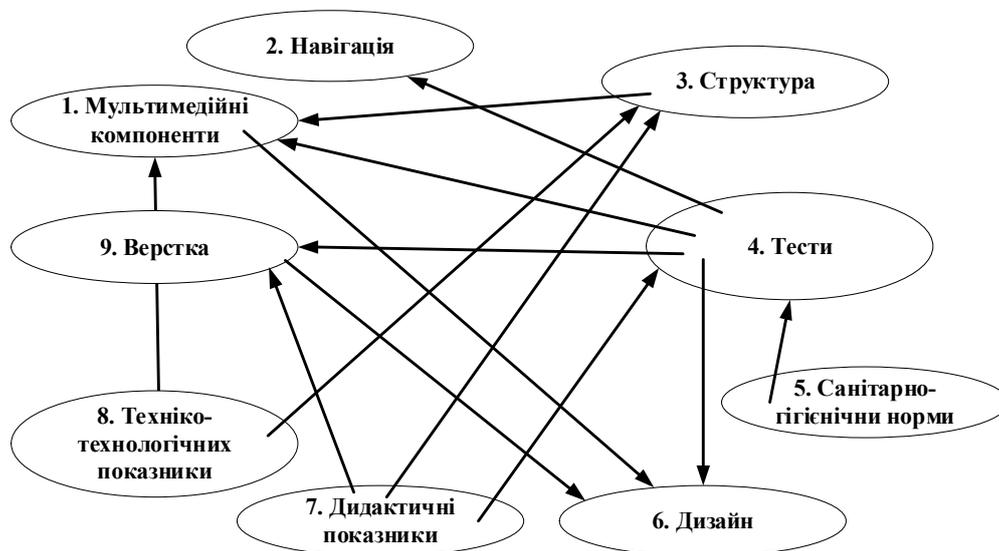


Рисунок 2 – Граф взаємозв'язків критеріїв оцінювання МВ

Таблиця 1 – Матриця суміжності  $B = \{b_{ij}\}$

$b_{ij}$	$h_1$	$h_2$	$h_3$	$h_4$	$h_5$	$h_6$	$h_7$	$h_8$	$h_9$
$h_1$	0	0	0	0	0	1	0	0	0
$h_2$	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$h_3$	1	0	0	0	0	0	0	0	0
$h_4$	1	1	0	0	0	1	0	0	1
$h_5$	0	1	0	1	0	0	0	0	0
$h_6$	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$h_7$	0	0	1	1	0	0	0	0	1
$h_8$	1	0	1	0	0	0	0	0	0
$h_9$	0	0	0	0	0	1	0	0	0

Етап 3. Побудова матриці досяжності.

Матриця досяжності (табл. 2) визначається згідно формули (2). Вихідними даними для неї служить матриця суміжності (табл. 1).

Так, з розглядання першого рядку матриці суміжності можна бачити, що відносно вершини  $h_1$  досяжній є вершина  $h_6$ . А з урахуванням самої вершини  $h_1$  досяжними будуть вершини:  $h_1, h_6$ . Тому в відповідних клітинах першого рядку матриці досяжності слід записати одиниці. Аналогічним чином заповнюються інші рядки матриці.

Етап 4. Розробка рангової моделі критеріїв оцінювання МВ.

Рангова модель [13], або модель з рівнями [14] створюється в результаті послідовного аналізу допоміжної таблиці (табл. 3), яка будується відповідно до процедури, розглянутої в пункті 2 (крок 2).

Таблиця 2 – Матриця досяжності

$b_{ij}$	$h_1$	$h_2$	$h_3$	$h_4$	$h_5$	$h_6$	$h_7$	$h_8$	$h_9$
$h_1$	1	0	0	0	0	1	0	0	0
$h_2$	0	1	0	0	0	0	0	0	0
$h_3$	1	0	1	0	0	1	0	0	0
$h_4$	1	1	0	1	0	1	0	0	1
$h_5$	1	1	0	1	1	1	0	0	1
$h_6$	0	0	0	0	0	1	0	0	0
$h_7$	1	1	1	1	0	1	1	0	1
$h_8$	1	0	1	0	0	1	0	1	0
$h_9$	0	0	0	0	0	1	0	0	1

У таблиці 3 наведено результат реалізації першої ітерації розглянутої процедури.

Так як безлічі ВП ( $h_i$ ) і ДВ ( $h_i$ )  $\cap$  ВП ( $h_i$ ) збігаються в 5, 7 і 8 рядках, то згідно з [14], перший (найнижчий) рівень складається з критеріїв №5, №7, №8.

Далі з таблиці 3 видаляються всі раніше виділені критерії та відповідні їм рядки. У розглянутому прикладі – рядки 5, 7, 8.

Отримана таким чином нова таблиця знов аналізується за аналогією з пунктом 2 розділу 3.2. Як результат – визначається безліч критеріїв, які співвідносяться з більш старшим рівнем. На рис. 3 надано кінцевий результат даної процедури.

З рисунка слід, що модель має чотири рівні і найбільш важливішим критерієм (четвертий рівень) серед якісних показників оцінки якості використання МВ є критерій № 6 «Дизайн МВ».

Таблиця 3 – Визначення вершин нижчого рівня ієрархії (1-й рівень)

$h_i$	ДВ ( $h_i$ )	ВП ( $h_i$ )	ДВ ( $h_i$ ) $\cap$ ВП ( $h_i$ )
$h_1$	1, 6	1, 3, 4, 5, 7, 8	1
$h_2$	2	2, 4, 5, 7	2
$h_3$	1, 3, 6	3, 7, 8	3
$h_4$	1, 2, 4, 6, 9	4, 5, 7	4
$h_5$	1, 2, 4, 5, 6, 9	<b>5</b>	<b>5</b>
$h_6$	6	1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9	6
$h_7$	1, 2, 3, 4, 6, 7, 9	<b>7</b>	<b>7</b>
$h_8$	1, 3, 6, 8	<b>8</b>	<b>8</b>
$h_9$	6, 9	4, 5, 7, 9	9



Рисунок 3 – Рангова модель якісних показників оцінки (взаємозв'язок між критеріями рис. 2)

Розглянута рангова модель дозволяє оцінити ступінь впливу поточної множини критеріїв на результат проектування МВ.

Етап 5. Пошук домінуючих зв'язків між критеріями якості МВ.

Конфігурація поточної рангової моделі (рис. 3) може бути уявлена у вигляді наступного 4-х елементного вектору конфігурації:

$$\langle (5,7,8); (3,4); (1,2,9); 6 \rangle,$$

де кожен елемент містить підмножину критеріїв відповідного рівня, починаючи від молодшого – (5,7,8).

Виконання даного кроку передбачає побудову безлічі варіантів рангової моделі, що робить його реалізацію «вручну» практично неможливим. Тому на кафедрі комп'ютерних систем і технологій Харківського національного економічного університету ім. С. Кузнеця було розроблено відповідне програмне забезпечення, що дозволяє повністю автоматизувати розглянуту процедуру. Результат обробки у вигляді низки відповідних (критичних) векторів конфігурації наведено в табл. 4 (стовпчики 1 і 2).

Таблиця 4 – Зміна вихідного вектору  $\langle (5,7,8); (3,4); (1,2,9); 6 \rangle$  конфігурації рангової моделі відносно поточних критичних зв'язків

Поточний зв'язок, який розривається $h_j \rightarrow h_i$	Поточний вектор конфігурації	Вага вектору конфігурації	Домінування критерію $h_j$ над критерієм $h_i$
1	2	3	4
4 $\rightarrow$ 1	$\langle (5,7,8); (1,3,4); (2,9); 6 \rangle$	19	0,05
4 $\rightarrow$ 2	$\langle (5,7,8); (2,3,4); (1,9); 6 \rangle$	19	0,05
4 $\rightarrow$ 9	$\langle (5,7,8); (1,3,4); (1,2,6) \rangle$	18	0,1
7 $\rightarrow$ 4	$\langle (4,5,7,8); (1,2,3,9); 6 \rangle$	15	0,25
8 $\rightarrow$ 3	$\langle (3,5,7,8); 4; (1,2,9); 6 \rangle$	19	0,05
9 $\rightarrow$ 6	$\langle (5,6,7,8); (3,4); (1,2,9) \rangle$	17	0,15

З таблиці слід що наведені в стовпчику 1 зв'язки між критеріями призводять до зміни конфігурації рангової моделі і тому вони являються домінуючими відносно інших зв'язків (рис. 4).

Етап 6. Кількісне оцінювання домінуючих зв'язків між критеріями оцінювання.

Виконання даного етапу здійснюється згідно процедури, яка наведена в пункті 4 з застосуванням формул (3), (4) і (5).

В табл. 4 (стовпчик 4) наведено результат домінування найбільш важливих пар суміжних критеріїв рангової моделі. Так, з таблиці слід, що найбільший вплив на критерій 4 оказує критерій 9, в той час як критерії 1 і 2 мають відносно нього однаково домінування.

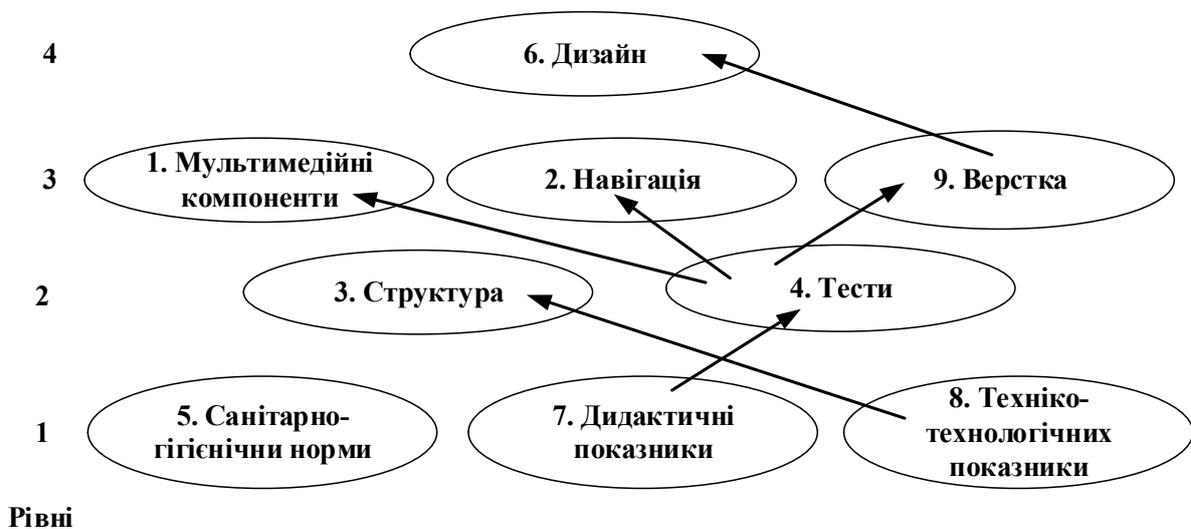


Рисунок 4 – Рангова модель із зазначенням домінуючих зв'язків

Етап 7. Розробка моделі оцінювання якості мультимедійних видань.

В якості базової пропонується модель, яка містить три кластери: кластер мети, кластер критеріїв оцінювання МВ і кластер альтернатив (рис. 5).

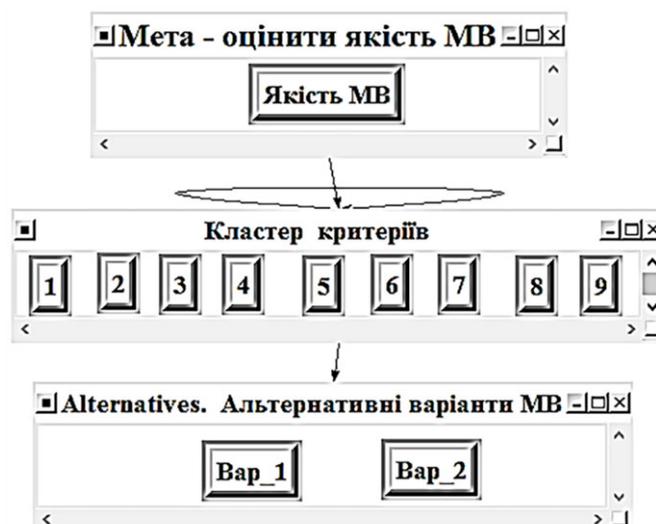


Рисунок 5 – Мережева модель порівняльного оцінювання якості мультимедійних видань (середовище Super Decisions)

Передбачається, що між кластерами спостерігається ієрархічні зв'язки, а між критеріями всередині кластера – холархічні, тобто структура моделі відноситься до змішаного типу. Дужка над кластером критеріїв означає наявність між ними холархічних зв'язків.

В якості середовище розроблення моделі вибрано сучасний програмний пакет Super Decisions, особливість якого – можливість підтримувати математичний апарат як метода МАІ, так і МАС.

В результаті виконання першого кроку з послідовності кроків, які розглянуто в розділі 3.5, були отримані наступні результати (табл. 5).

Таблиця 5 – Результат парних порівнянь критеріїв оцінювання якості МВ

Якість МВ	2	3	4	5	6	7	8	9
1	◀ 1	◀ 3	◀ 2	◀ 6	▲ 5	◀ 4	◀ 4	◀ 1
2	—	◀ 3	◀ 2	◀ 7	▲ 5	◀ 7	◀ 6	◀ 1
3	—	—	◀ 1	◀ 3	▲ 7	◀ 3	▲ 3	▲ 3
4	—	—	—	◀ 3	▲ 7	◀ 3	◀ 2	▲ 3
5	—	—	—	—	▲ 8	◀ 1	◀ 1	▲ 7
6	—	—	—	—	—	◀ 7	◀ 7	◀ 3
7	—	—	—	—	—	—	◀ 1	▲ 6
8	—	—	—	—	—	—	—	▲ 6

Так, при розгляді пари критеріїв № 1 і № 4 незначно домінуючим (2 бали за шкалою Сааті), на думку експерта, є критерій №1, а при розгляді пари № 1 і № 6, – експерт вказав на істотне переважання критерію 6 (5 балів). Аналогічним чином заповнюються інші клітини матриці.

За даними таблиці 5 згідно формули (6) обчислюються відповідні локальні пріоритети у вигляді вектору пріоритетів. На рис. 6 надано результат розрахунку, де значення локальних пріоритетів співвідносяться з рангам критеріїв, які наведені в моделі на рис. 3.

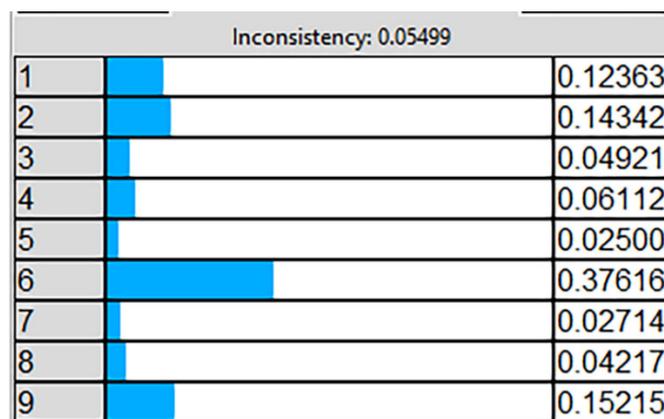


Рисунок 6 – Локальні пріоритети важливості критеріїв оцінки якості МВ

Для спрощення процедури розрахунку формування результату взаємного впливу критеріїв з холархічними зв'язками на другому кроку (див. розділ 3.5) розглядалися домінування тільки домінуючих критеріїв 1, 2 і 9 на критерій 4. Результат виконання другого кроку наведено на рис. 7.

Критерій 4	2	9	Inconsistency: 0.00000	
1	◀ 1	▲ 4	1	0.16667
2	—	▲ 4	2	0.16667
			9	0.66667

Рисунок 7 – Результат парних порівнянь критеріїв оцінювання впливу критеріїв 1, 2, 9 на критерій 4

Результатом виконання третього кроку були дев'ять матриць парних порівнянь оцінювання повноти реалізації вимог поточних критеріїв в альтернативних варіантах МВ.

На рис. 8 наведено приклад матриці парних порівнянь і відповідні локальні пріоритети відносно критерія 4.

Критерій 4	Вар_2	Inconsistency: 0.00000	
Вар_1	◀ 2	Вар_1	0.66667
		Вар_2	0.33333

Рисунок 8 – Результат парних порівнянь оцінювання повноти реалізації вимог критерія 4 в альтернативних варіантах МВ

Аналогічним чином були сформовані результати відносно інших сьомі критеріїв.

В результаті виконання четвертого кроку були отримані\_глобальні (граничні) пріоритети якості альтернативних варіантах МВ. Їх розрахунок здійснювалася в середовище Super Decisions на базі вбудованого відповідного програмного забезпечення, орієнтованого на підтримку методу аналізу систем. Результати наведено на рис. 9 і рис. 10.

Here are the priorities.			
Name		Normalized by Cluster	Limiting
Вар_1		0.58570	0.271090
Вар_2		0.41430	0.191760
Якість МВ		0.00000	0.000000
1		0.11189	0.060103
2		0.12895	0.069264
3		0.06057	0.032535
4		0.06436	0.034570
5		0.02154	0.011571
6		0.40041	0.215078
7		0.02339	0.012562
8		0.03633	0.019517
9		0.15256	0.081947

Рисунок 9 – Глобальні (граничні) пріоритети всіх вузлів моделі оцінювання якості мультимедійних видань

Name	Graphic	Ideals	Normals	Raw
Var_1		1.000000	0.585697	0.271090
Var_2		0.707368	0.414303	0.191761

Рисунок 10 – Інтегральні пріоритети оцінки якості варіантів мультимедійних видань, які порівнюються

З рис. 10 витікає, що варіант 1 мультимедійного видання має більше значення глобальної оцінки якості і саме його було рекомендовано для подальшого впровадження.

## Висновки

1. Проведено аналіз типових початкових етапів проектування мультимедійних видань та запропонована покрокова методика їх формалізації. Особливість методики полягає в застосуванні методу аналізу систем, що дозволяє формалізувати етапи проектування і тим самим уникнути великих помилок при прийнятті відповідних проектних рішень.

2. Розглянута типова низка критеріїв оцінювання мультимедійних видань та сформовано уявлення взаємозв'язків критеріїв у вигляді відповідного орієнтованого графа. Це дало змогу створити вихідну базу для подальшої формальної обробки критеріїв.

3. Виконано побудову рангової моделі критеріїв оцінювання.

4. Запропоновано процедуру пошуку домінуючих зав'язків між суміжними критеріями оцінювання якості МВ.

5. Розроблено процедуру кількісного оцінювання домінуючих зав'язків між суміжними критеріями оцінювання якості МВ.

6. Виконано побудову змішаної ієрархічно-холархічної моделі оцінювання якості альтернативних варіантів мультимедійних видань. Модель дозволяє здійснювати інтегральне оцінювання якісних характеристик альтернативних варіантів МВ.

7. Розраховано ступінь повноти реалізації кожного критерія в альтернативних варіантах кінцевого мультимедійного продукту.

8. Виконано впровадження розробленої методики в умовах ТОВ «Баланс-принт».

## Список літератури

1. Aralova N. The method of technology evaluation based on improved cost approach // Science and Innovation. 2017. № 13(3). P. 65-76. DOI: <https://doi.org/10.15407/scine13.03.065>.
2. Tolliver-Walker H. Web-to-Print Portals: 12 Steps for Getting End User Buy-In, Boosting Utilization//Printing Impressions. 2015. № 2. URL: <http://www.piworld.com/article/tips-printers-offer-better-web-to-print-online-portals-storefronts/all/>.
3. Hood N., Littlejohn A. Quality in MOOCs: Surveying the terrain. Burnaby, 2016. 40 p.
4. Hrabovskyi Y., Yevsyeyev O., Pandorin A. Development of a method for the creation of 3d advertising printing products // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2018. № 6. 2 (92). P. 6-18.

5. Hryshchuk R. Synergetic control of social networking services actors' interactions. *Recent Advances in Systems, Control and Information Technology*. 2017. № 543. P. 34-42. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-319-48923-0\\_5](https://doi.org/10.1007/978-3-319-48923-0_5).
6. Martins P. A Web-based Tool for Business Process Improvement // *International Journal of Web Portals*. 2017. Volume 9. Issue 1. P. 68-84. DOI: <https://doi.org/10.4018/IJWP.2017070104>.
7. Brambilla M. Large-scale Model-Driven Engineering of web user interaction: The WebML and WebRatio experience // *Science of Computer Programming*. 2014. Volume 89. Part B. P. 71-87. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scico.2013.03.010>.
8. Perception of visual advertising in different media: from attention to distraction, persuasion, preference and memory / Kuisma J., Hyönä J., Simola J. (Eds.). Lausanne: Frontiers Media SA, 2015. 124 p. DOI: <https://doi.org/10.3389/978-2-88919-416-2>.
9. Hu M. AHP and CA Based Evaluation of Website Information Service Quality: An Empirical Study on High-Tech Industry Information Center Web Portals // *Journal Service Science & Management*. 2009. № 3. P. 168-180. DOI: <https://doi.org/10.4236/jssm.2009.23020>.
10. Hrabovskyi Y., Brynza N., Vilkhivska O. Development of information visualization methods for use in multimedia applications // *EUREKA: Physics and Engineering*. 2020. № 1. P. 3-17. DOI: <https://doi.org/10.21303/2461-4262.2020.001103>.
11. Дурняк Б.В., Піх І.В., Сеньківський В.М., Системний аналіз та оптимізація параметрів книжкових видань: монографія. Львів: Українська академія друкарства, 2006. 197 с.
12. Сеньківський В.М., Козак Р.О. Автоматизоване проектування книжкових видань: монографія. Львів: Українська академія друкарств, 2008. 200 с.
13. Браткевич В.В. Оптимизация связей между критериями оценки качества мультимедийных изданий // *Системы обработки інформації. Проблеми і перспективи розвитку ІТ-індустрії*. 2011. Випуск 7 (88). С. 156.
14. Саати Т.Л. Принятие решений при зависимостях и обратных связях. М.: ЛКИ, 2008. 360 с.

УДК 7.05

## ВПЛИВ КОЛІРНОЇ ГАМИ НАВЧАЛЬНОЇ ЛІТЕРАТУРИ НА СПРИЙНЯТТЯ ДИТИНОЮ ШКІЛЬНОГО МАТЕРІАЛУ

**Вовк О.В.**

к.т.н., доцент, кафедра «Медіасистеми та технології»,  
Харківський національний університет радіоелектроніки

**Чеботарьова І.Б.**

ст. викл., кафедра «Медіасистеми та технології»,  
Харківський національний університет радіоелектроніки

**Шипова М.К.**

магістр, кафедра «Медіасистеми та технології»,  
Харківський національний університет радіоелектроніки

***Анотація.** Шкільна система освіти дітей останнім часом часто змінюється. Навчальна література перевидається щороку, змінюється матеріал, план навчання і оформлення книжкових видань. В оформленні дитячої навчальної літератури дуже багато грає роль щодо різних вікових груп: верстка та оформлення тексту, розмір шрифту і використовувана гарнітура, всілякі схеми, допоміжні малюнки, а також кольорова гама, в якій виконанню той чи інший підручник.*

***Ключові слова:** КОЛЬОРОВА ГАМА, ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ, ВЕРСТКА, ДИЗАЙН, КОЛЬОРОВЕ СЕРЕДОВИЩЕ, СПЕКТР, ДОВЖИНА ХВИЛІ.*

### Вступ

Шкільна система освіти дітей останнім часом часто змінюється. Навчальна література перевидається щороку, змінюється матеріал, план навчання і оформлення книжкових видань. В оформленні дитячої навчальної літератури мають велику роль вікові групи: верстка та оформлення тексту, розмір шрифту і використовувана гарнітура, всілякі схеми, допоміжні малюнки, а також кольорова гама, в якій виконанню той чи інший підручник.

Колір – один з основних факторів, що впливають на настрій і самопочуття людини. Теплі кольори, як правило, викликають бадьорий настрій – їх дуже часто називають активними; холодні ж, навпаки, заспокоюють, їх називають пасивними. Розуміння значення кольору і уміння його використовувати має величезне значення на сприйняття навчальної інформації, оскільки колір і колірні поєднання допомагають передати правильний тон повідомлення, його суть, а також викликати потрібну реакцію на текст, схему, малюнок або будь-яку іншу друковану або електронну [1] навчальну інформацію.

Настрій учнів відіграє велику роль в освітньому процесі. Емоційний стан школярів, бажання йти в школу з хорошим настроєм – запорука емоційної стабільності. Відчуваючи «пригнічений» настрій учень не зможе в повній мірі поринути в навчальну діяльність, не буде повністю засвоєний урок, буде вести

себе на занятті пасивно, неадекватно, процес сприйняття матеріалу буде загальмованим. Учням з «гарним» настроєм отримувати навчальні знання набагато легше, легко засвоюється матеріал – активний, товариський учень проявляє інтерес до подій навколо нього. Впливаючи на людину, колір зачіпає не тільки наші емоції і характер, але й мислення. Кольорове оточення впливає на психоемоційний і фізичний стани людини, може формувати їх, також є безпосереднім вираженням психічних переживань самої людини [2].

Кольори палітри наповнені різною силою: здатні піднімати настрій, активізувати, посилювати життєву енергію, заспокоювати, знімати втому, навіть, пригнічувати [3, 4]. Для дітей шкільного віку колір має особливе значення, тому що діти сприймають все візуально. Застосування «правильних» кольорів у навчанні є дуже доречним, адже діти краще сприйматимуть і запам'ятають інформацію, якщо вчитель буде використовувати наочний кольоровий матеріал і цікаві методики пов'язані на пряму з кольором.

### **Мета та задачі дослідження**

Мета даної роботи полягає в підвищенні якості оформлення навчальної літератури школярів.

Для досягнення мети необхідно вирішити наступні задачі:

- визначення поняття та сутності кольору;
- проведення аналізу існуючих шкільних підручників;
- виявлення несприятливих кольорових гам навчальних матеріалів (підручників, зошитів тощо), що оточують учнів у школі;
- розробити рекомендації щодо використання кольорової гами при розробці дизайну навчальних матеріалів.

Новизна роботи полягає у дослідженні впливу колірної оформлення шкільної літератури на процес навчання дитини, на сприйняття та засвоєння навчального матеріалу, тому що, колір має сильний вплив на організм, нервову систему та психіку дитини, налаштовуючи її в унісон з оточуючим світом.

### **Основна частина**

Колір – це інструмент, за допомогою якого можна отримати необхідну нам енергію. Кольорове оформлення книжок та навчальних матеріалів має велике значення у науковому процесі. Цей вплив відображається на працездатності, увазі та цілеспрямованості людини, яка навчається. Кольорова гама книжки чи зошита може спонукати до дії/навчання, або навпаки – відштовхувати від бажання дізнатися щось нове. Колір певного тексту буде сприйматися легше ніж іншого. Безсумнівно для дітей та школярів це твердження має ще більший вплив. Їх мозок та психіка ще не до кінця сформовані, все, що бачить дитина до певного віку, впливає на її світогляд. Теж саме відбувається й при навчальному процесі у школі. Навчальна література повинна викликати почуття інтересу, новизни та

позитиву. Щоб викликати у дитини позитивні та життєрадісні емоції при навчанні, необхідно коректно користатися відтінками палітри кольорів.

Існує дві основні групи кольорів: теплої та холодної гами.

Теплу гаму складають: червоний, жовтий, помаранчевий, коричневий і всі їх відтінки. Вони створюють відчуття затишку, комфорту, розслабленості, спокою, викликають відчуття близькості, емоційного тяжіння. Холодні тони, до яких відносяться всі відтінки синього, блакитного, зеленого, фіолетового, сірого, змушують нас бути зібраніше і активніше. Але при цьому можуть викликати у оточуючих почуття дистанції, закритості, відстороненості.

Червоний колір найбільш активний. Це насичений, важкий, гарячий, яскравий колір. Він символізує любов, владу, вогонь, війну. Світлі відтінки червоного діють збудливо, темні надають солідність.

Помаранчевий колір малонасичений, теплий, легкий. Діє збудливо. Помаранчевий колір стимулює емоційну сферу, створює відчуття благополуччя і веселощів. Він символізує насолоду, свято, благородство.

Жовтий колір теплий, легкий, яскравий, радісний. Викликає приємні відчуття і символізує рух, радість і веселощі. Сприяє активізації розумової діяльності, довго зберігається в пам'яті. Радісний, стимулюючий, колір оптимізму.

Зелений колір насичений, спокійний, свіжий, ніжний, живий. Діє заспокійливо. Він символізує мир, спокій, любов, спасіння.

Блакитний колір слабконасичений, легкий, повітряний, прохолодний, спокійний, злегка пасивний. Він символізує чистоту, розум, сталість і ніжність. Якщо ж блакитного кольору занадто багато, це може викликати ліню, апатію.

Синій колір дуже насичений і холодний. Він важкий, строгий, таємничий, чистий. Перше почуття, яке він викликає, – це почуття настороженості. Синій колір символізує всесвіт, космос. Заспокійливий колір. Він сприяє фізичному і розумовому розслабленню, створює атмосферу безпеки і довіри.

Фіолетовий колір насичений, холодний, важкий, спокійний, таємничий. Він символізує мудрість, зрілість, вищий розум. Фіолетовий колір легко пригнічується іншими кольорами, але сам по собі фіолетовий колір глибокий і виразний. У великій кількості фіолетовий колір викликає меланхолію.

Білий колір – колір добра, удачі, зцілення від недуг, колір очищення і примноження. Він дає силу і енергію. Вирівнює настрої. Це колір невинності, чистоти, довіри. Він створює відчуття чистоти і свіжості, але при тривалій дії викликає різко негативну реакцію психіки. Створює святковість і урочистість. Позитивно впливає на центральну нервову систему, знімає напругу.

Сірий колір не збуджує і не заспокоює, створює відчуття стабільності. Але в той же час не викликає підвищення настрою, скоріше, навпаки. Сірий колір – «невидимка». Не несе практично ніякої інформації і не має практично ніякого впливу на психіку.

Чорний колір сприяє тяжінню і вбиранню негативної енергії, викликає депресію [5].

### *Психоемоційний вплив кольору*

Колір – один з факторів, що визначають стан нашої психіки. Психологи і психіатри на підставі переваги або любові людей до конкретного кольору визначають характер людини, його схильності, склад його розуму, психіки і навіть стан здоров'я. Діти люблять яскраві і чисті кольори – червоний, синій, жовтий. Будь-який інший колір, негайно викликає підвищений інтерес. Існує думка, що з віком кольорова вибірковість змінюється і залежить від темпераменту. Так, білий колір воліє флегматик, чорний – меланхолік, червоний – сангвінік, а жовтий – холерик [6].

Розглянемо кольори з точки зору їх впливу на емоції і когнітивні характеристики людини (сприйняття, мислення, увагу, пам'ять тощо).

Червоний колір – підвищує енергетику, як зі знаком «плюс», так і «мінус», він привертає увагу, але його слід використовувати з великою обережністю, як будь-яке сильнодіючий засіб.

Властивість підвищувати активність успадкував від червоного помаранчевий колір, однак він позбавлений зайвої експресії червоного і навіть дає відчуття внутрішньої рівноваги і душевної гармонії. Помаранчевий активізує виділені їм елементи тексту, погляд читає повертається до них при рівномірному скануванні інших блоків тексту.

Жовтий – колір спілкування. Він сприяє імпровізації. Вважають, що жовтий здатний «наділити» об'єкт інтелектом.

Синій колір – допомагає сконцентруватися на найнеобхіднішому. Синій елемент привертає до себе увагу, не викликає негативних емоцій, як червоний.

Вважається, що сірий, будучи кольором інтелекту, одночасно розслабляє і заспокоює. Разом з тим його споглядання не сприяє активній розумовій роботі.

Зелений колір призводить почуття в рух, звільняє від негативу, який підриває впевненість в своїх силах. Допомагає легше сприймати нові ідеї і приймати різні точки зору. Сприяє самоорганізації та концентрації думки.

Зелений і жовтий кольори благотворно впливають на продуктивність праці, в тому числі розумової. Вони загострюють зір, прискорюють зорове сприйняття, створюють стійкість ясного бачення, знижують внутрішньоочний тиск, загострюють слух, підвищують працездатність руки.

Фіолетовий – колір внутрішньої зосередженості. Сприяє внутрішньому поглибленню: допоможе абстрагуватися від непотрібного в даний момент, сконцентруватися на головній проблемі. Добре стимулює роботу мозку і сприяє вирішенню творчих завдань [3].

Можна зробити висновок: холодні кольори викликають гальмування і знижують ефективність розумової діяльності, навпаки, теплі кольори активної сторони покращують розумову діяльність, підвищують її продуктивність.

Сформулюємо наступні висновки та рекомендації:

– при оформленні друкованої продукції переважно використовувати відтінки червоного, насиченого жовтого, зеленого, блакитного, білого;

– на деякі кольори у великій кількості людей переважає негативна реакція: чорний, яскравий червоний, сірий, коричневий; при домінуванні ці кольори можуть викликати негативні емоції і гальмування при засвоєнні інформації та навчального матеріалу;

– при вмілому поєднанні кольорів вплив негативної складової окремих кольорів можна зменшити або перетворити на плюси, наприклад, при поєднанні відтінків синього і чорного; такого ж ефекту часто можна досягти при плавних переходах кольорів (градієнтних переходах); раціональне використання кольору дозволяє привернути увагу учнів до певної складової матеріалу;

– людські можливості у вирішенні кольорів обмежені, тому використання додаткових кольорів і безлічі відтінків часто викликає зорову стомлюваність і роздратування учня;

– необхідно мінімізувати кількість кольорів, які використовуються одночасно; колір тексту і колір фону повинні знаходитися в поєднанні між собою і з кольором тих символів, які повинні бути виділені в тексті чи на аркуші; виходячи з цього, не рекомендується використовувати яскраві кольори підкладок під текст;

– колір надає формі характер – може пом'якшити, посилити, змінити смислову спрямованість. Колір може збільшити або зменшити удавані розміри об'єктів або їх частин.

#### *Вплив основних кольорів на працездатність*

Червоний колір асоціюється у людства з будь-якої силою і міццю. Тому вважається, що вплив на мозок такого випромінювання – максимальний. Червоний активізує всі функції організму. На короткий час збільшує м'язову напругу, підвищує тиск і прискорює ритм дихання. Зловживати їм не слід – може викликати роздратування, виснаження.

Помаранчевий – один з найпомітніших і привертає увагу. Для більшості людей помаранчевий колір є просто кольором гарного настрою. Помаранчевий надає тонізуючий ефект, діє в тому ж напрямку, що і червоний, але не так різко. Різні м'які відтінки помаранчевого сприятливо впливають на працездатність.

Жовтий колір має безліч значень, колір товариськості та веселощів [3], стимулює зір і мозок. Його споглядання благотворно впливає на нервову систему, надає найбільш фізіологічне тонізуючий вплив, стимулює зір і нервову діяльність, при цьому не діє виснажливо, не втомлює. Сприятливий для розумової діяльності.

Зелений колір благотворніше всього впливає на самопочуття і здоров'я людей. Також у багатьох культурах зелений – це колір удачі. Зелений колір відноситься до фізіологічних, надає освіжаючу і одночасно заспокійливу дію на організм, діє протилежно червоному.

Блакитний – заспокійливий колір, знижує м'язову напругу, знижує кров'яний тиск, уповільнює ритм дихання, знижує температуру тіла, освіжає, налаштовує на терпіння, знижує апетит. Тому, якщо від вас не потрібно

мозкового штурму, але потрібна тривала і методична (може бути навіть монотонна і одноманітна робота) – блакитний колір допоможе. За позитивного впливу на здоров'я людини цей колір анітрохи не поступається зеленому.

Заспокійлива дія синього кольору переходить в гнітюче, сприяє гальмуванню функцій фізіологічних систем людини, розсіює увагу, знижує працездатність.

Фіолетовий з'єднує ефект червоного і синього. Справляє гнітюче вплив на нервову систему.

Розумова працездатність людини залежить від багатьох факторів, які можна об'єднати в три групи:

- фізіологічна – вік, стать, рівень фізичного і функціонального розвитку, стан здоров'я, харчування тощо;
- фізична – відображає географічні, кліматичні умови;
- психічна – емоційний настрій.

Всі вищевказані фактори одночасно впливають на організм та працездатність людини. Не дивно, що в школах кольори не тільки підручників, але й стін мають вагоме значення.

Червоний колір викликає відчуття тепла, він діє збудливо на психіку, як би «підстобує» емоції, але, в кінці – кінців, стомлює. Помаранчевий колір – розкріпачує, допомагає більш терпимого ставлення до інших людей, зміцнює волю. Жовтий колір не стомлює, стимулює зір і нервову систему. Зелений – колір рослин, колір життя, діє протилежно червоному. Дуже ефективна дія зеленого кольору при головних болях, порушенні зору. Блакитний колір суперечливий. Це колір сміливих і енергійних людей. Якщо блакитного і синього занадто багато, то у боязких людей можна викликати страх, стомленість. Фіолетовий колір має гнітючий вплив на нервову систему. Білий колір – колір добра, удачі, зцілення від недуг, колір очищення і примноження. Сірий колір не збуджує і не заспокоює, створює відчуття стабільності. Чорний колір сприяє тяжінню і вбирання негативної енергії, викликає депресію.

Найприємнішими кольорами є відтінки жовтого, блакитного, зеленого, білого та деякі відтінки помаранчевого та червоного. За основу оформлення шкільних підручників краще брати спокійні, теплі та пастельні кольори, щоб не напружувати ще несформований зір дітей. Саме на цих відтінках кольорового спектру дуже гарно відображаються більш насичені та яскраві кольори.

#### *Аналіз основних існуючих підручників*

Необхідно визначити сполучуваність кольорів (обкладинка та внутрішній блок) по трьом категоріям: гармонійне поєднання, характерне поєднання, нехарактерне поєднання. Це дозволить виявити співвідношення кольорів в оформленні підручників та допоміжних матеріалів максимально правильно впливає на навчальний процес школярів.

Проведено аналіз основних підручників школярів: 2их класів (рис. 1), 4их класів (рис. 2), 6их класів (рис. 3), 8их класів (рис. 4), 10их класів (рис. 5).



Рисунок 1 – Підручники 2их класів



Рисунок 2 – Підручники 4их класів



Рисунок 3 – Підручники 6их класів

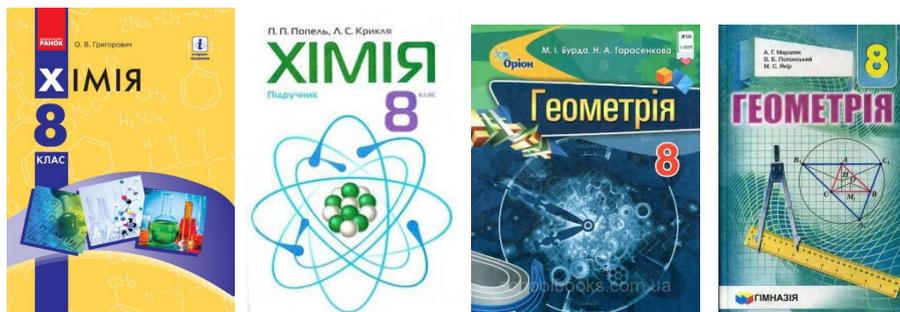


Рисунок 4 – Підручники 8их класів



Рисунок 5 – Підручники 10их класів

Можна зробити висновок, що найбільш правильно оформлені підручники молодших класів, в яких використовуються такі заспокійливі й життєрадісні кольори, як: блакитні, жовті та зелені. Обкладинки підручників середніх класів вказують на те, що в їх оформленні використовуються більш насичені теплі кольори, які спонукають на дію і викликають бажання відкрити та прочитати. Присутні такі кольори як, червоний, фіолетовий та темно-синій, які досить агресивно можуть впливають на сприйняття того чи іншого підручника.

З дизайну обкладинок підручників старших класів можна зробити висновок, що кольорова гама варіюється від теплих до холодних відтінків. Використовуються більш сміливі поєднання кольорів, такі як: червоно-фіолетові та фіолетово-помаранчеві.

*Анкетування школярів різного віку, педагогів, працівників школи за перевагою певного кольору*

Кожен віковий рівень має перевагу певного кольору. Щоб довести або спростувати цю гіпотезу – було проведено анкетування серед учнів 1-11 класів, педагогів та працівників школи. В анкеті були задані такі питання: «Який ваш улюблений колір?»; «Що означає улюблений колір?»; «Яким кольорам ви віддаєте перевагу у одязі?»; «Назвіть колір, котрий діє на вас заспокійливо»; «В який колір ви б пофарбували стіни вашої кімнати?».

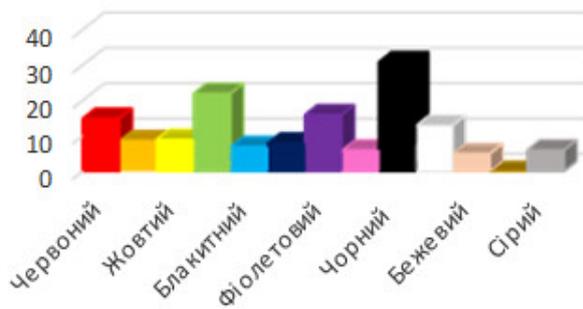
Результати опитування наведені в таблиці 1 та на рис. 6.

Таблиця 1 – Результати анкетування

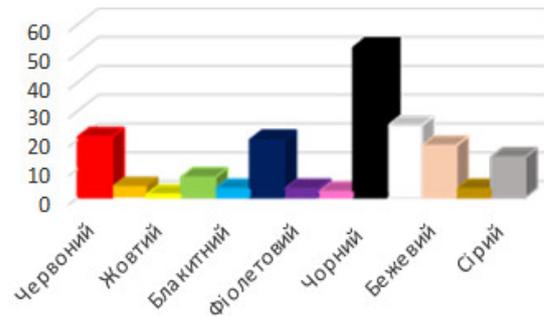
	Червоний	Помаранчевий	Жовтий	Зелений	Блакитний	Синій	Фіолетовий	Рожевий	Чорний	Білий	Бежевий	Коричневий	Сірий
№1	15	9	9	22	7	8	16	6	31	13	5	-	6
№3	21	4	1	7	3	20	3	2	52	25	18	3	14
№4	1	-	7	11	12	6	9	4	5	6	9	-	7
№5	2	-	2	11	4	2	3	4	8	18	18	1	9

При вивченні переваг в кольорах начальних класів (1-2 клас) було виявлено, що найулюбленішими кольорами є зелений, жовтий, фіолетовий та червоний. Червоний висловлює життєву силу, активність, означає всілякі схильності і прагнення отримувати результати і досягати успіху, імпульсивність, волю до перемоги. Червоний колір уособлює могутність, він завжди домагається того, чого хоче. Він завжди в русі, завжди джерело енергії.

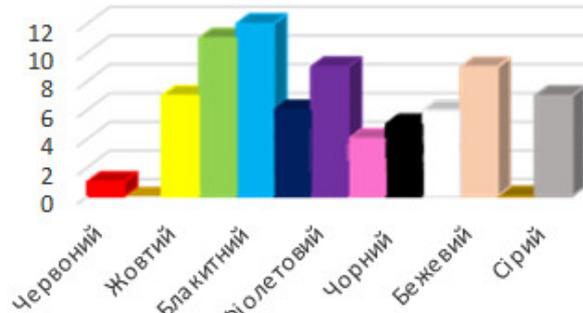
Найулюбленішими кольорами середніх класів (7-8 клас) – чорний, сірий, фіолетовий, рожевий, білий. Чорний завжди приховує в собі все, що несе; він "загадковий". Він пов'язаний з цікавістю, він притягує до себе, лякає. Чорний колір завжди кидає виклик, щоб людина спробувала звільнити свою сутність, тобто людина повинна пройти через чорне, щоб пізнати, як багато в ньому білого.



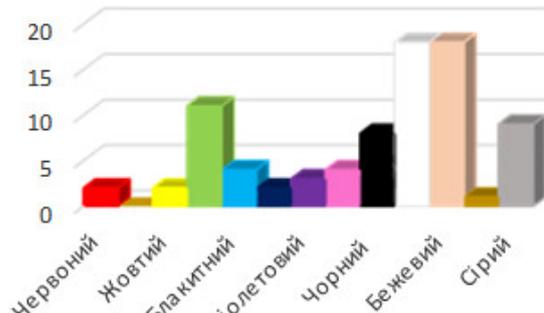
Який ваш улюблений колір?



Яким кольором ви віддасте перевагу у одязі?



Назвіть колір, котрий діє на вас заспокійливо



В який колір ви б пофарбували стіни вашої кімнати?

Рисунок 6 – Результати опитування

Найулюбленішими кольорами старших класів (10-11) є червоний, чорний, білий, синій та бежевий. Педагоги від 20 років більшість віддають перевагу чорному, червоному, синьому та білому кольорам.

Анкетовані зазначили особистісні характеристики кольорів: жовтий – радісний; фіолетовий – спокійний, завуальований; синій – чесний, справедливий, незворушний, сумлінний, добрий, спокійний; зелений – спокійний, гармонічний, стимулює вирішувати задачі, викликає почуття творення; червоний – емоційний, викликає любов та рішучість, енергійний; чорний – серйозний, впевнений, брутальний; білий – чистий, спокійний, мирний; рожевий – колір життя; помаранчевий – товариський, викликає почуття самопізнання; бежевий – викликає почуття тепла та затишку; сірий – спокійний та впевнений.

Найбільш бажані кольори, запропоновані школярами: зелений, жовтий, блакитний, червоний. Чорний колір відмічали, як другий улюблений. Школярі прагнуть до самостійності, до встановлення позитивних контактів, зі значним дорослим (педагог, батько і т.д.), емоційної стабільності. Синій та білі кольори, обрані вчителями та працівниками школи говорять про активність віку і бажанні домогтися успіху в чому-небудь, привести все в порядок.

Що стосується неулюблених кольорів, то опитані найчастіше не люблять коричневий і жовтий кольори. Більше всього заспокоюють блакитний, зелений, білий, бежевий та фіолетові кольори.

У ході проведення анкетування було виявлено, які зауваження мають школярі до оформлення підручників. Більш усього школярів середніх класів дратує нечитабельність тексту через використання не досить контрастних

кольорів між собою. Поширене зауваження щодо напруження зору для прочитання виносок або підписів. Багатьом не подобається взагалі оформлення підручників та використовувані кольори тому дуже часто школярам навіть не хочеться узяти підручники у руки та перегорнути декілька сторінок.

*Дослідження впливу кольору на увагу школярів.*

За проміжними результатами опитування школярів різних вікових груп, було складено тест, в якому на вибір пропонується декілька обкладинок підручників. Крім обкладинок пропонується деякі сторінки різних підручників. Опитуваним треба порівняти попарно підручники та вибрати той, що на їх думку виглядає краще. Порівняльні пари підручників були складені з результатів анкетування школярів. В кожному питанні є обкладинка з імовірно правильною кольоровою гамою та неправильною. У порівнянні сторінок пропонується обрати ту, з якої легше зчитувати інформацію та запам'ятати її.

Приклади питань тесту можна побачити на рис. 7-10.

Який саме підручник ви б обрали?

Варіант 1

Варіант 2

Варіант 1

Варіант 2



Рисунок 7 – Приклади питання № 1-2 щодо вибору підручників 1-4 класу

Який саме підручник ви б обрали?

Варіант 1

Варіант 2

Варіант 1

Варіант 2



Рисунок 8 – Приклади питання № 3-4 щодо вибору підручників 8-11 класу

З якої сторінки легше читати інформацію

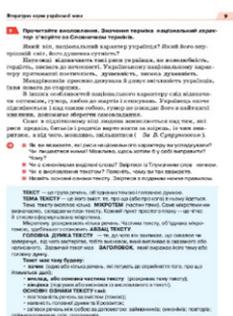


Рисунок 9 – Приклади сторінок для порівняння та питання № 5

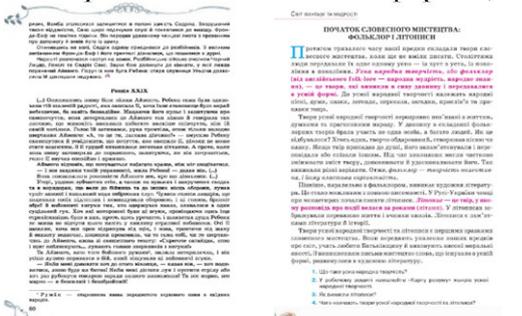


Рисунок 10 – Приклади сторінок для порівняння та питання № 10



Як можна побачити з відповідей на це опитування, практично усюди були обрані варіанти обкладинок більш спокійної кольорової гами, а саме блакитні, зелені, жовті та бежеві відтінки, що задовольняє нашому попередньому анкетуванню (рис. 11-12).

Який саме підручник ви би обрали?

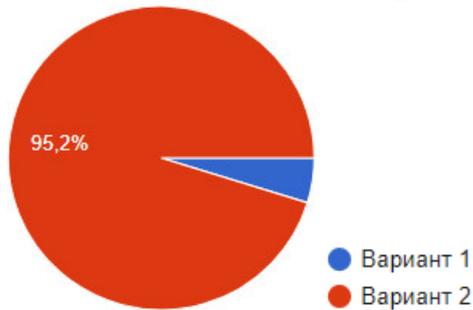


Рисунок 11 – Відповідь на питання № 1 про обкладинки підручників перших класів

Який саме підручник ви би обрали?

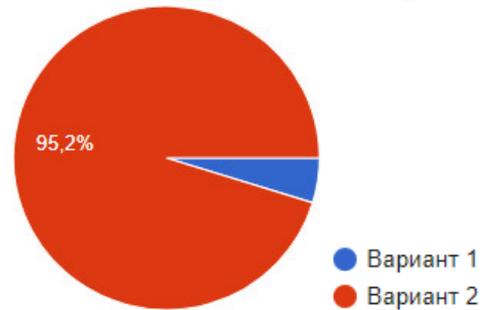


Рисунок 12 – Відповідь на питання № 2 про обкладинки підручників четвертих класів

І в першому і в другому питанні 95,2 % опитуваних обрали варіант підручника з «правильною» кольоровою гамою. Це доказує, що наші припущення щодо окремих кольорів – вірні. Також з відповідей на питання № 5 про сторінки 95,2 % відповіли, що зчитувати інформацію легше з тієї сторінки, де є блакитний фон та акценти у вигляді помаранчевих об'єктів (рис. 13).

З якої сторінки підручника легше зчитувати інформацію?

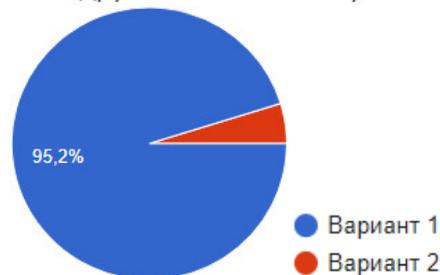


Рисунок 13 – Відповідь на питання №5 про сторінки

З результатів відповідей на питання № 10 видно, що 90,5% опитуваних обрали сторінку, на котрій є світло-помаранчева підкладка та тіж самі поамарнчеві акуленти. Сторінку з яскраво фіолетовим текстом складніше прочитати та засвоєти інформацію (рис. 14).

З якої сторінки легше зчитувати інформацію?

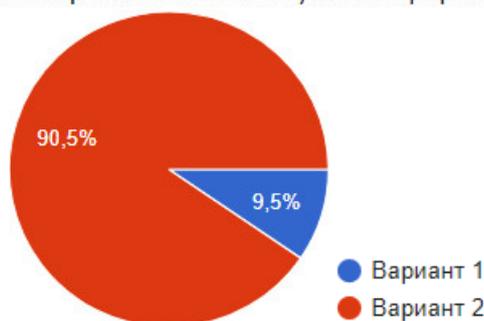


Рисунок 14 – Відповідь на питання №10 про сторінки

Після отриманих відповідей можна зробити висновок щодо кольорів, які слід використовувати у оформленні навчальної дитячої літератури та розробити конкретні рекомендації для подальшої роботи з ними.

### *Аналіз отриманих результатів*

Провівши усі експериментальні дослідження було виявлено декілька вагомих тверджень щодо улюблених кольорів школярів та педагогів.

При вивченні переваг в кольорах початкових класів було виявлено, що найулюбленішими кольорами є зелений, жовтий, фіолетовий та червоний. Жовтий колір теплий, легкий, яскравий, струмує, радісний. Він викликає приємні відчуття і символізує рух, радість і веселощі. Жовтий колір сприяє активізації розумової діяльності. Жовтий – довго зберігається в пам'яті. Радісний, стимулюючий колір. Це колір оптимізму.

Зелений колір насичений, спокійний, свіжий, ніжний, живий. Діє заспокійливо. Він символізує мир, спокій, любов, спасіння. Червоний колір найбільш активний. Це насичений, важкий, гарячий, яскравий колір. Він символізує любов, влада, вогонь, війну. Світлі відтінки червоного діють збудливо, темні надають солідність.

Найулюбленішими кольорами середніх класів: чорний, сірий, фіолетовий, рожевий, білий. Фіолетовий колір насичений, холодний, важкий, спокійний, таємничий. Він символізує мудрість, зрілість, вищий розум. Фіолетовий колір легко пригнічується іншими квітами, але сам по собі фіолетовий колір глибокий і виразний. Рівновага білого і чорного народжує сірий колір, природно сірий колір не може дати ні руху, ні звуку. Сіре – це беззвучно і нерухомо, але ця нерухомість іншого характеру, ніж у зеленого кольору, народженого двома активними квітами – жовтим і синім. Тому сірий колір – це невтішна нерухомість.

Найулюбленішими кольорами старших класів є червоний, чорний, білий, синій та бежевий. Синій колір дуже насичений і дуже холодний. Він важкий, строгий, таємничий, чистий. Першим викликає почуття настороженості. Синій колір символізує всевіт, космос. Заспокійливий колір. Сприяє фізичному і розумовому розслабленню, створює атмосферу безпеки і довіри.

Важливо відмітити, що помаранчевий колір полюбляють досить мала кількість учнів. Чорний колір обирали загалом, як другий улюблений.

Педагоги більшість віддають перевагу чорному, червоному, синьому та білому кольорам.

Після аналізу анкетування можна сміло завірити, що сприйняття кольорів є індивідуальним та особливим для кожного. Але у різних вікових групах можна відмітити переважаючи кольори.

Найбільш бажані кольори, запропоновані школярами, – це зелений, жовтий, блакитний, червоний. Школярі прагнуть до самостійності та емоційної стабільності. Синій та білий кольори, обрані вчителями та працівниками школи говорять про активність віку і бажанні домогтися успіху в чому-небудь, привести все в порядок.

Що стосується «неулюблених» кольорів, то опитані найчастіше не люблять коричневий і помаранчевий кольори.

Заспокоюють блакитний, зелений, білий та бежевий кольори.

Також у ході проведення анкетування було виявлено, які зауваження мають школярі до оформлення підручників. Проаналізував усі зауваження можна сказати, що більш усього школярів середніх класів дратує нечитабельність тексту через використання не досить контрастних кольорів між собою. Ще одне поширене зауваження щодо напруження зору для прочитання виносок або підписів малюнків. Багатьом не подобається взагалі оформлення підручників та використовувані кольори, тому дуже часто школярам навіть не хочеться взяти підручники у руки та перегорнути декілька сторінок.

Підручник повинен привертати увагу не тільки сучасною інформацією, а й правильним кольоровим оформленням. Узявши до рук підручник, увага школяра повинна зупинитися на ньому та викликати бажання до навчання. Усе це можна досягти правильно скориставшись кольоровою гамою, яка включає в собі багату кількість відтінків. Правильна кольорова гама допоможе краще засвоювати навчальний матеріал з різних предметів, краще писати контрольні роботи чи тести та уникати великої кількості помилок у практичних зошитах.

### **Результати дослідження**

Провівши усі дослідження та отримавши достовірні результати можна скласти точні рекомендації щодо оформлення дитячої шкільної літератури.

#### **1. Рекомендації для 1-4 класів.**

*Треба використовувати* найбільш спокійні, теплі та дружелюбні кольори. А саме: жовті, рожеві, бежеві, блакитні, зелені, світло-червоні. Також можна використовувати усі відтінки заданих спектрів. Саме ці кольори викликають довіру, спокій та добре засвоюються у ще не сформованому мозку дитини. Для акцентів, заголовків та виносок можна використовувати ті ж самі кольори, але з більшим контрастом.

*Строго заборонено використовувати* такі контрастні поєднання – чорний-червоний, чорний-помаранчевий, синій-фіолетовий, фіолетово-помаранчевий. Такі кольори можуть викликати різку агресію, недовіру та дуже песимістично вплинуть на настрій школяра, що значно погіршить ступінь сприймання матеріалу. Також через використання комбінацій таких яскравих кольорів може змінитися настрій. Забороняється використовувати усю палітру кольорів, що дуже сильно перевантажує зір та сприйняття матеріалу.

Основні правила щодо оформлення обкладинки:

- основні кольори: жовтий, зелений, блакитний, бежевий;
- для оформлення назви більш насичені відтінки блакитного, зеленого та жовтого. Іноді – насичений помаранчевий або червоний;
- різнокольорові об'єкти (малюнки/ілюстрації) можуть бути присутніми, але не займати усе місце обкладинки.

Основні правила щодо оформлення внутрішнього блоку:

- колір підкладок під текст повинен бути світло-блакитного або світло-зеленого, бежевого кольору;
- основний текст чорного кольору, для виносок та акценту у тексті можна використовувати насичені відтінки синього та зеленого кольорів.
- для заголовків та підзаголовків використовуються кольори, які швидко привертають увагу, а саме: помаранчевий, червоний, або темно-синій.

У цілому кольори повинні бути нейтральні, спокійні, але повинні перевертати увагу своїми привабливими відтінками. Нижче представлені деякі приклади правильно використаної кольорової гами (рис. 15).



Рисунок 15 – Приклад правильної кольорової гами

## 2. Рекомендації для 5-8 класів.

Дана група дітей за віком старше можна використовувати такі кольори, як червоний, фіолетовий темно-зелений, синій так помаранчевий, але у значній мірі. Тобто яскраві й темні кольори не повинні переважувати. Для спонукання до дії треба використовувати кольори, які дуже гарно привертають увагу.

Правила щодо обкладинок книжок цієї вікової групи:

- основні кольори, які займають більшу частину дизайну – жовтий, блакитний, деякі відтінки помаранчевого;
- кольори для назви – насичені відтінки синього, зеленого, помаранчевого та червоного, іноді відтінки фіолетового;
- заборонено використовувати такі поєднання, як помаранчевий-фіолетовий, помаранчевий-зелений, червоно-фіолетовий, чорний-червоний, синій-фіолетовий та тому подібні. Ці поєднання дуже різкі та негативно впливають на настрій учня.

Правила щодо обкладинок основного блоку цієї вікової групи:

- основні кольори підкладок під текст – жовтий, зелений, світло-блакитний, бежевий. Важлива інформація на світло-блакитному фоні сприймається легше, ніж на білому. Ці кольори дають змогу використовувати більш контрастні кольори для тексту, який буде легко читати не напружуючи зір;
- забороняється використання фіолетового, червоного та рожевого фону. Ці кольори перенапружують око школяра та викликають почуття тривоги;
- кольори для заголовків та назв – насичений червоний, бордовий, темно-зелений, темно-блакитний/синій;

- колір основного тексту – чорний, темно-сірий, сірий, темно-синій;
- для виносок та об'єктів, які використовуються для привертання уваги/акценту треба використовувати ті ж самі кольори, що і для заголовків;
- заборонено використовувати досить контрастні поєднання кольорів, про які було написано вище.

На рис. 16 наведені приклади правильно використаної кольорової гами.



Рисунок 16 – Приклад правильної кольорової гами

### 3. Рекомендації для 9-11 класів.

Діти цієї вікової групи вибирають більш монотонні та не такі яскраві кольори, а саме: чорний, білий, сірий, бежевий, темно-синій, бордовий, фіолетовий. За основу можна брати саме цю палітру кольорів. Але не треба забувати про акценти, які дають змогу дуже добре орієнтуватися у матеріалі, виділяти найголовніше та загострювати увагу на назвах та заголовках. Для цього використовуються червоні, жовті та фіолетові кольори.

На рис. 17 приклади правильно використаної кольорової гами.



Рисунок 17 – Приклад правильної кольорової гами

Правила щодо оформлення обкладинок:

- основні кольори для фону – бежевий, білий, блакитний, жовтий;
- кольори для акцентів та назв більш насичені та яскраві – фіолетовий, малиновий, червоний, темно-синій;
- заборонено використовувати такі контрастні поєднання – чорний-червоний, чорний-помаранчевий, синій-фіолетовий, фіолетово-помаранчевий.

Правила щодо оформлення основного блоку:

- основні кольори для підкладки та фону – бежевий, білий, світло-блакитний та світло-зелений;
- колір основного тексту – чорний, сірий, темно-сірий, темно-синій;

- кольори для назв, заголовків та підзаголовків – насичений червоний, помаранчевий, синій, фіолетовий та зелений, іноді – малиновий;
- кольори для акцентних об'єктів та виносок – насичені відтінки червоного, помаранчевого та зеленого;
- заборонено використовувати досить контрастні поєднання кольорів, про які було написано вище.

## Висновки

Фундамент здоров'я людини закладається в дитячому віці, в період навчання в школі. Тому проведення заходів, спрямованих на збереження здоров'я школярів є важливою справою. Колір може залучати і відштовхувати, вселяти відчуття спокою і комфорту або порушувати і турбувати. Кольори звертаються до почуттів, а не до логіки людини.

В роботі встановлено, що кожен колір має свою символіку і свої психологічні особливості. Врівноважене в кольоровому відношенні оформлення шкільної літератури привертає увагу, створює творчу атмосферу, заспокоює і покращує працездатність школярів. Колір істотно впливає на стан учня, на поведінку, самопочуття і працездатність.

Експериментальні дослідження виявили найбільш несприятливі кольорові гами у оформленні підручників, а саме: червоно-чорні, чорно-помаранчеві, фіолетово-чорні, фіолетово-жовті, фіолетово-сині, фіолетово-помаранчеві.

Установлено, що найбільш приємними кольорами є відтінки жовтого, блакитного, зеленого, рожевого, світло-червоного та бежевого. Вони дуже вдало впливають на нервову систему учнів через органи зору. Викликають спокій, довіру, впевненість у собі. Навпаки як, насичено червоні, чорні та темно-сині кольори викликають тривогу, агресію та небажання до навчання.

Розроблено рекомендації згідно яким навчальний процес може бути більш вдалим та продуктивним. Увага школярів буде прикута до книжок, а засвоєний матеріал буде більш привабливим.

## Список літератури

1. Vovk O., Kuznetsova I. Technology of Educational Electronic Publications' Quality Evaluation // Open Journal for Information Technology. 2019, № 2(1). P. 9-20.
2. Линдси Дж. Всё о цвете. М.: Книжный клуб, 2011. 432 с.
3. Клар Г. Тест Люшера. Психология цвета. М.: Питер, 1998. 94 с.
4. Шипова М.К., Вовк О.В. Психоемоційний вплив кольору // Поліграфічні, мультимедійні та web-технології: матеріали Молодіжної школи-семінару V Міжнародної науково-технічної конференції (3 листопада 2020, м. Харків). 2020. Т2. С. 11-13 с.
5. Сурина М.О. Цвет и символ в искусстве, дизайне и архитектуре. Ростов на-Дону: Феникс, МарТ, 2010. 151 с.
6. Дядюн Т.В. Эмоциональные сферы // Школьный психолог. 2004. № 24. С. 9.
7. СанПин 2.4.7.702-98. Гигиенические требования к изданиям учебным для общего и начального профессионального образования.

УДК 378.123:005.336.5

## ВИКОРИСТАННЯ СОЦІАЛЬНИХ МЕРЕЖ У СИСТЕМАХ ЕЛЕКТРОННОГО НАВЧАННЯ НА ОСНОВІ ІННОВАЦІЙНИХ ПЕДАГОГІЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

**Гордєєв А.С.**

д.т.н., професор, кафедра «Комп'ютерних систем і технологій»,  
Харківського національного економічного університету  
імені Семена Кузнеця,

*Анотація.* Дидактичні можливості використання сучасних соціальних мереж і нові освітні завдання, вже не дозволяють орієнтуватися лише на лекційно-семінарські заняття, які складають основу традиційного процесу навчання студентів. Дистанційна освіта розглядається як сукупність інформаційних, технологічних і адміністративно-організаційних компонент.

*Ключові слова:* СОЦІАЛЬНА МЕРЕЖА, ДІСТАНЦІЙНА ОСІТА, КОМП'ЮТЕРНІ ТЕХНОЛОГІЇ, ГЛОБАЛІЗАЦІЯ, ПЕДАГОГІЧНИЙ ПРОЦЕСС.

### **Вступ**

Питання про вживання інформаційних технологій в процес навчання викликане все більшою комп'ютеризацією освіти. Це в принципі логічно і обумовлено розвитком інформаційного суспільства. Проте, варто звернути увагу, на те, що сам процес впровадження ІТ в сферу освіти в Україні протікає повільно, порівняно з країнами Європи і США і в значній мірі відстає від швидкості розвитку самих комп'ютерних технологій.

Одним з головних завдань освітньої установи є надання якісних послуг у сфері здобуття нових знань. Сучасна ситуація глобалізації економіки пред'являє усе більш високі вимоги до якості освіти студентів. Підвищення ефективності надання освітніх послуг необхідно шукати у вдосконаленні процесів забезпечення і організації системи навчання.

Спілкування в соціальних мережах сьогодні стало частиною повсякденного життя мільйонів людей у всьому світі. Інтернет зробив можливим спілкування людей у будь-який момент часу і в глобальному масштабі, а соціальні мережі є конкретним інструментом, що дозволяє вибудовувати взаємозв'язки між людьми, активізувати соціальну складову взаємодії он-лайн.

До кінця ХХ – початку ХХІ століття на основі взаємопроникнення різних технологій і систем виробництва, переробки, передачі, розподіли інформації формуються умови для якісно нового етапу в розвитку інформаційно-комунікаційної інфраструктури і в цілому інформаційного середовища, яке поступово стає домінуючим в розвитку людського суспільства. Розвиток інформаційної діяльності спричиняє за собою і розвиток інформаційних

стосунків суспільства, яке, у свою чергу, впливаючи на суспільну свідомість, породжує в останньому історично нову інформологічну форму суспільної свідомості.

Останніми роками в світовій педагогічній спільноті обговорюються питання вживання соціальних мереж в освіті. Багато педагогів скептично відноситься до використання мереж як засобу навчання. Традиційно соціальні мережі розглядаються як середовище для проведення вільного часу і розваги. Освітні можливості соціальних мереж явно недооцінені. Інтерес до соціальних мереж пов'язаний з необхідністю для освітніх закладів встановити ефективну комунікацію з учасниками освітнього процесу. Мережеве співтовариство служитиме «неформальним містком» між викладачем, студентом і працедавцем.

Як писав А.В. Хуторській: «... сьогодні поняття «Дистанційна освіта», насичено іншим сенсом – це використання новітніх телекомунікаційних технологій – Інтернету, мереж і так далі. Під дистанційним навчанням можна розуміти навчання, при якому видалені один одного суб'єкти навчання, тобто учні і викладачі, вони здійснюють освітній процес за допомогою цих засобів телекомунікації» [2].

Для деяких Інтернет – це лише інструмент між особових комунікацій, для інших – засіб навчання або можливість залучення культурі, а для когось – нові можливості бізнесу. Є і ті, для яких віртуальна реальність є середовищем впливу на інформаційний простір. Тобто, віртуальна реальність є місцем реалізації усередині особових і групових конфліктів.

Таким чином, Інтернет настільки проник в життя сучасної людини, що подальший розвиток глобальної мережі спричиняє за собою видозміну культури, появу нових норм і зразків поведінки, появу нової субкультури, що підтверджується результатами різних досліджень, у тому числі і авторських.

## **Мета роботи**

Мета роботи полягає в аналізі структури соціальних мереж і їх адаптації для проведення навчального процесу збільшення ролі мережі Інтернет в житті сучасного суспільства надав вплив, у тому числі, і на систему освіти по всьому світу, змінивши в цілому освітню парадигму.

## **Основна частина**

### *Створення і розвиток соціальних мереж*

Утворення соціальних мереж і мережевих співтовариств вважається найбільшим досягненням «усесвітньої павутини». Соціальні мережі це платформа, яка призначена для організації соціальних взаємин. Термін "соціальні мережі" був введений соціологом Джеймсом Барнсом (Манчестерська

школа ) в 1954 році, задовго до появи Інтернету і сучасних веб-вузлів [1]. Актуальне трактування означає певний круг знайомих людини, де центром соціальної мережі є сама людина, а стосунками – зв'язки між людиною і його довкола спілкування. При детальнішому розгляді соціальних мереж слід зазначити їх типову характеристику: однібічні і двосторонні мережі, мережі друзів, колег, однолітків і так далі.

Сфера освіти використовує можливості Інтернету не лише для донесення інформації до студентів, дозволяючи здійснювати комунікації на іншому якісному рівні, але і сприяє підвищенню ефективності управління діяльністю освітньої установи.

Якщо заглибитися в історію, то найпопулярніша соціальна мережа Facebook була створена саме в академічних цілях, і спочатку була доступна виключно студентам Гарвардського університету. Вже потім з'явилася можливість реєстрації для студентів університету Бостона, а пізніше – і для всіх останніх студентів, що мають поштовий акаунт в акредитованому для вищих навчальних закладів США домені.edu.

Дидактичні можливості використання сучасних соціальних мереж, з одного боку, і нові освітні завдання, що стоять сьогодні перед вузом, з іншого боку, вже не дозволяють орієнтуватися лише на лекційно-семінарські заняття, які складають основу традиційного процесу навчання студентів і недооцінка цієї обставини може позбавити вітчизняне утворення стратегічної переваги [3].

На практиці освітня сфера використовує можливості Інтернету не лише для донесення інформації до студентів, а дозволяє здійснювати комунікації на іншому якісному рівні. Викликаний стрімким розвитком Інтернету «культурний шок», або «футурошок», якщо скористатися вираженням Е. Тоффлера [5], повсюдно порівнюється з потрясіннями основ культури, що супроводжували винахід і розвиток спочатку писемності, а згодом книгодрукування і, нарешті, телебачення.

Інструментом навчання в соціальних мережах можуть бути класичні соціальні мережі: Facebook, Twitter, Windows live і LinkedIn, це може бути і YouTube. Не менш корисними виявляються і Wiki, персональні блоги, OneNote або будь-яка інші платформи, розраховані на збереження інформації і обмін знаннями [3].

Найбільш популярним програмним засобом навчання і розвитку визнається соціальна мережа Facebook. Вона дозволяє викладачам створювати навчальні курси для студентів. Викладачі можуть знаходитися на постійному зв'язку з колегами з інших університетів.

Закономірну популярність набирає ще один вигляд навчання в соціальній мережі – це eLearning (Electronic Education, система електронного навчання за допомогою інформаційних технологій). Прогресивні можливості дистанційного навчання роблять процес простішим і зрозумілішим для юного покоління.

Дистанційне навчання як освітня мета, направлена на розвиток особи, допомагає реалізувати особисті освітні цілі і уважно стежити за світовими тенденціями в даній сфері. Відкривається можливість поєднувати очну освіту з дистанційною.

Соціальні мережі відрізняються один від одного своєю загальною спрямованістю, різними можливостями для користувачів, різними вимогами і інтерфейсом. Проте є і загальні риси, властиві багатьом соціальним мережам і що виділяють їх з інших засобів мережевого спілкування, таких, як блоги, форуми, чати і гостьові книги. У деяких соціальних мережах, наприклад, в MySpace вбудовані блоги і форуми, проте в даному випадку ми розглядатимемо лише особливості соціальної мережі. Розуміння цих специфічних рис важливе для виявлення можливостей використання соціальних мереж як освітнього інструменту.

### *Соціальні мережі як засіб управління процесом навчання*

Соціальні мережі можна використовувати як засіб безпосереднього управління процесом навчання. Основне завдання викладача – знайти і розмістити теоретичні матеріали в найбільш цікавій формі сприйняття (презентації, відеоролики, ігрові застосування, аудіозаписи), а також викладати вправи на закріплення або повторення теми, здійснювати моніторинг засвоєння знань. Більш того, соціальні мережі дозволяють обмінюватися опублікованою інформацією і зберігати її. Вочевидь, використовуючи цю властивість, можна приступити до створення своєрідної «скарбнички» знань, причому пропозиції додаткових цікавих матеріалів переважно повинні виходити від тих, що виучуються. Дана творча діяльність сприяє розвитку внутрішньої мотивації до навчання, стимулює активізацію пізнавальної діяльності і нестандартного мислення.

Також будь-яку соціальну мережу можна використовувати як віртуальну «дошку оголошень». У ідеалі розміщення організаційної інформації про заходи в рамках учбової і позаурочної діяльності повинне здійснюватися як куратором студентської групи, так і студентами [4].

Соціальні мережі в освітньому процесі орієнтовані перш за все на учнях. Практично кожен студент в повсякденному житті, так або інакше, користується соціальною мережею в розважальних або комунікаційних цілях, а тепер її можна зорієнтувати і для здобування освіти. Соціальні мережі володіють повним і надійним набором інструментів, дозволяючи студентам і викладачам оперативно обмінюватися повідомленнями і документами в будь-якому форматі.

Багато учбових закладів не можуть дозволити собі набувати дорогого програмного забезпечення для організації комунікації, а також збору, обробки і зберігання інформації. Соціальні мережі надають всі можливості для цього на абсолютно безкоштовній основі, що особливо актуально в умовах гострого браку фінансів. Також використання соціальних мереж в процесі навчання дозволяє

економити витратні матеріали (папір, фарбу і ін.), оскільки матеріал в більшості випадків можна не передавати на паперових носіях.

Використовуючи соціальну мережу в освітніх цілях, молоді люди опановують комунікаційні навички, а також вчаться оперативно шукати, обробляти і аналізувати інформацію. Можна також відзначити, що сором'язливі студенти, які із-за страху прилюдних виступів слабо проявляють себе на заняттях, в спілкуванні через соціальні мережі відчують себе комфортніше і стають активнішими учасниками освітнього процесу.

Використання соціальної мережі в освіті дає можливість студентам, які по тих або інших причинах не відвідали аудиторне завдання, не випадати з процесу навчання, а видалено спілкуватися з однокурсниками і викладачами, аби отримувати і виконувати завдання в режимі реального часу. Використовуючи соціальні мережі в процесі навчання, студенти виступають вже не лише споживачами інформації, але і її творцями.

Соціальні мережі дозволяють здійснювати постійну взаємодію викладачів і учнів он-лайн в слухний для всіх час. Якщо в учбовому закладі викладачі і студенти перетинаються в основному лише за розкладом під час заняття або в години консультацій, то в соціальній мережі це можна робити щодня. Використовуючи в роботі соціальні мережі викладачі підвищують свої комунікативні навички і вчаться спілкуватися із студентами не лише в рамках аудиторного заняття. До того ж, спілкування через соціальні мережі дозволяє викладачам краще вивчити і запам'ятати студентів не лише в обличчя і по іменах, але і розуміти характер, індивідуальні особливості і інтереси кожного, що також благотворно позначається результатах їх взаємодії. Також процес спілкування в соціальних мережах дозволяє викладачам стати соціально доступними для студентів без особливого порушення субординації.

Зрозуміло, соціальні мережі не можуть бути єдиним засобом навчання через Інтернет, але їх освітні можливості серед вітчизняних фахівців, на відміну від західних, вельми недооцінені. Цінність соціальних мереж як інструменту освітнього процесу незаслужено принижується. Багато педагогів відносяться до них в кращому разі із зневагою і скепсисом, розглядаючи соціальні мережі як виключно розважальний ресурс і «вбивцю часу». Більш того, соціальні мережі розглядаються як антагоніст освіти, який лише відволікає студентів від процесу навчання і тому використання їх недопустимо.

Проте зарубіжний дидактичний досвід показує, що соціальні мережі можуть бути успішно використані в цілях організації роботи учбового колективу і безперервної освіти і самоосвіти, проведення індивідуальних і колективних консультацій, лише збільшує інтелектуальний і креативний потенціал студентів, а також покращує емоційний клімат групи.

Особливого значення мережі набувають у зв'язку із становленням і розвитком систем дистанційного навчання. Мережеве навчання в середовищі

Інтернет реально упроваджується в педагогічну практику. Особливу актуальність використання глобальних комп'ютерних мереж для навчання знаходить в умовах пандемії.

Система вищої освіти пред'являє до комп'ютерних систем наступні вимоги:

- наявність електронної пошти;
- доступ до бібліотечних фондів в дистанційному режимі;
- дистанційний доступ до призначених для користувача файлів;
- дистанційного використання видалених обчислювальних ресурсів;
- обміну навчальними програмами, курсами лекцій, навчальними системами по вибраних напрямках;
- організації відео нарад, конференцій і консультацій з метою кооперації наукових робіт;
- обміну інформацією в конфіденційній формі.

Відео комунікації є важливим напрямом використання засобів інноваційних технологій в освіті. Ця теза збігається з думкою вітчизняних і зарубіжних фахівців про те, що їх використання стає актуальним і перспективним напрямом в області вдосконалення і розвитку системи освіти [3-5].

Комп'ютерні мережі створюють систему оперативних консультацій по різних питаннях, забезпечують вільний доступ до баз даних, що розробляються, і обмін текстовою і графічною інформацією. Вирішують проблеми учнів які пов'язані не лише з пізнавальною, але і з їх соціальною діяльністю. Освітні мережі дозволяють вирішувати актуальні завдання утворення, що виникають у зв'язку з неможливістю безпосереднього контакту в педагогічному процесі. Це є актуальним в системі навчання людей з фізичними недоліками і інвалідів, що не мають можливості здобути освіту в учбових закладах традиційними способами.

Технологічні компоненти системи – це безліч типових договорів з студентами, авторами навчально-методичних посібників, тьюторами і так далі. Кожен ВУЗ розробляє набір інструкцій, що регламентують структуру навчально-методичних посібників, права і обов'язки автора, тьютора і адміністративного персоналу, а також систему проміжної і підсумкової звітності. Нормативно-правова база і апаратно-програмні технологічні засоби утворює інфраструктуру інформаційно-освітнього середовища.

Якщо розглядати освітню систему, таку що постійно трансформується і розвивається, то інформаційні технології в цілому є черговим рівнем в її розвитку, а включення в освітній процес соціальних мереж – це новий крок в розвитку. Використання соціальних мереж в учбовому процесі можна розглядати як новий спосіб розвитку педагогічної діяльності, а також процесу самоосвіти.

Використання соціальних мереж дозволяє налагодити побудову освітнього процесу (вміст, форми і технології) з орієнтацією на людину, його неповторну

індивідуальність і базові потреби, створенням умов для розкриття всіх його потенційних можливостей, для його самореалізації і самовдосконалення.

Цінність соціальних мереж для навчання і саморозвитку ще не піддавалася оцінці і дослідженням в необхідній мірі. Багато методистів недовірливо відносяться до використання соціальних технологій як педагогічного засобу навчання. Але сьогодні можливості соціальних мереж дозволяють вирішувати безліч різних завдань. Вони можуть організувати колективну роботу розподіленої учбової групи, довгострокову проектну діяльність, міжнародні обміни, безперервну освіту, мережеву роботу людей, що знаходяться в різних країнах.

Аби оптимально вирішувати вище перелічені проблеми необхідно створювати умови для підвищення кваліфікації викладачів, надавати педагогам матеріальні і моральні заохочення, активніше використовувати нові технології в школах і вузах. В обов'язковому порядку, розробляти нові ефективні методики використання соціальних мереж.

Використання соціальних мереж і інформаційних технологій дозволяє надати можливість здобувати освіту навіть в тих випадках, коли у людини є які-небудь проблеми, наприклад, із здоров'ям або відвідуваністю занять. В даному випадку можна отримувати інформацію в будь-якому місці, у будь-який момент часу завдяки електронним пристроям, підключеним до мережі Інтернет. Це надає нові можливості, як для учбових закладів, так і для тих, хто володіє знаннями і хоче ними поділитися.

Офіційний сайт учбового закладу створюється з метою інформування про свою діяльність. Освітній портал – це ресурс, який дозволяє продемонструвати свої досягнення, представити актуальну інформацію для зацікавлених осіб.

Дистанційне навчання вищих установ набуває сьогодні особливої актуальності, оскільки з розвитком мережі Інтернет. З забезпеченістю студентів персональними комп'ютерами покращується обмін інформацією як між викладачем і студентами, так і студентів між собою. Все це сприяє активізації і модернізації процесу навчання. Інтернет технології і соціальні мережі дозволяють значно варіювати елементи навчання.

Використання соціальних мереж для дистанційних консультацій студентів очного і заочного навчання можна організувати таким чином: перший варіант використання соціальної мережі для дистанційних консультацій, другий варіант – використання соціальної мережі спільне з учбовим сайтом дистанційного навчання.

При першому варіанті викладач створює гурт по дисципліні і на очних заняттях оголошує студентам, що є учасником соціальної мережі, запрошує студентів стати учасниками цієї групи, а також повідомляє зразковий час, коли він знаходиться в мережі. Далі студентам пропонується під час виконання

самостійної роботи при виникненні проблем поставити викладачеві питання через мережу.

При другому варіанті, тобто при використанні соціальної мережі спільно з сайтом дистанційного навчання, залучення студентів і спілкування з ними відбувається так само, як і в першому варіанті, але як ресурс притягується сайт дистанційного навчання, посилання на учбові матеріали в якому розміщується на сторінці викладача. Подібний метод консультацій дає наступне:

- у студентів зростає мотивація до вивчення матеріалу предмету, у тому числі і за рахунок порівняння власних оцінок з іншими студентами;
- вивчення матеріалу предмету колективними методами (мозковий штурм) дозволяє підвищити якість знань навіть у слабких студентів;
- освоєння учбової дисципліни відбувається у вигляді гри в реальному часі, що викликає інтерес у студентів до процесу навчання [2].

Таким чином, соціальні мережі – потужний і ефективний інструмент, що має широкий спектр можливостей і унікальних позитивних особливостей, потенціал яких необхідно використовувати в сучасній освіті.

Студенти, виучуючись в сучасних вузах, на основі використання інформаційних технологій, дістають реальні можливості формування ключових компетентностей.

На практиці студент, викладач або хто-небудь інший, створює свій аккаунт в соціальній мережі, в якій створюють аккаунти і інші викладачі, студенти. Оскільки студентів і викладачів можуть бути тисячі, створюються тематичні групи, які розділяють по інтересах, тематиці. Соціальна мережа – це співтовариство людей, зв'язаних загальними інтересами, загальною справою або що мають інші причини для спілкування між собою.

Соціальна мережа – це майданчик для взаємодії людей в групах. З точки зору Інтернету це віртуальна мережа, засіб забезпечення сервісів для встановлення зв'язків між користувачами, а також дає користувачам доступ до відповідних їх інтересам інформаційними ресурсам.

Сайт соціальної мережі володіють наступними можливостями:

- активне спілкування;
- створення прилюдного або напівприлюдного профілю користувача;
- користувач може створити групу з іншими користувачами з якими у нього є деякі стосунки;
- перегляд і обхід зв'язків між користувачами усередині системи.

Можливості соціальних мереж як засобу комунікації реалізуються в конкретних практиках їх використання. У їх основі – функції і цілі здійснюваної комунікації, умовами для якої служать інструменти взаємодії, що надаються веб-сервісом, а також підтримувана з їх допомогою структура соціальної мережі як комунікативної моделі, що забезпечує поширення інформації, підтримку

групових норм, ефективне використання наявних контактів як ресурсу, що становить соціальний капітал.

Найбільш активними користувачами Інтернету, а також соціальних мереж є молодь. Сайти соціальних мереж допомагають молодим людям в самореалізації. У соціальних мережах відсутні які-небудь умовності, яких неможливо уникнути в реальному спілкуванні, багатьом важко спілкуватися в реальному житті і набагато простіше викладати свої думки письмово. У Інтернеті існують тисячі всіляких соціальних мереж, якими користуються порядку 80% всіх користувачів Інтернету. Кожна з соціальних мереж має свої особливості, що дозволяють користувачам здійснювати які-небудь дії, властиві лише цій соціальній мережі.

Стрімкий розвиток інформаційно-комунікаційних технологій і поява нових можливостей їх використання в освіті актуалізує пошук адекватних підходів до організації освітнього процесу в університеті, що сприяє розвитку загально учбової і наочної компетенції, комунікативних умінь і навиків, а також забезпечує студентів необхідною інформацією.

Виділимо основні можливості вживання соціальних мереж в освітньому процесі.

Збільшення роботи з учнями за допомогою створення певних груп або співтовариств в соціальних мережах, які об'єднує творчих людей по прагненню до деякої галузі знань, а також за бажанням співробітничати в процесі вживання цих знань з практики. Члени співтовариства добре розуміють один одного, оскільки працюють над схожими проблемами, а також можуть отримати ті, що не дістають ним знання.

Можливість постійної взаємодії учнів і викладачів в мережі в слухний для них час дає можливість безперервного освітнього процесу. З'являється можливість детальнішої організації індивідуальної роботи студентів. Окрім цього, в соціальній мережі можуть бути продовжені дискусії, діалоги, полілоги початі під час аудиторних занять.

Це дозволяє студентам більше часу знаходитися в процесі обговорення учбових питань, що забезпечує ретельне освоєння ними матеріалу і активну позицію студента при навчанні. Інформаційна підтримка учбового процесу дає можливість студентам, що пропустили заняття, виконувати завдання з будинку.

У соціальній мережі легко обмінюватися цікавими і корисними посиланнями на інші ресурси. Великим плюсом вживання соціальних мереж в освітньому процесі є доступність викладачів в питаннях здійснення комунікації.

Основні достоїнства «соціальних мереж»:

- безкоштовність, тобто не потрібне дороге серверне устаткування і його обслуговування;
- реєстрація і користування в більшості з них абсолютно безкоштовні;

- в більшості випадків надається необмежений дисковий простір для зберігання різного контенту, наприклад аудіо, відео файли, зображення тощо;
- надійний захист від хакерських атак, надійність зберігання даних, оскільки соціальні мережі витрачають чималі засоби на підтримку свого захисту;
- зручність сервісів розсилки і повідомлення;
- спостереження за учбовою діяльністю.

Сьогодні в сучасній теорії дистанційного навчання існують всілякі моделі інтеграція очних і дистанційних форм навчання; мережеве навчання (автономні мережеві курси, інформаційно-наочне середовище); мережеве навчання і кейс-технології, дистанційне навчання на базі комп'ютерних відео конференцій.

Найбільш прийнятна модель, яка заснована на інтеграції аудиторних занять і дистанційно-інтерактивних форм навчання. Аудиторні заняття включають лекції, семінари, практичні заняття. Дистанційно-інтерактивні форми навчання складаються з вебінарів, відеозаписів, відео конференцій, форумів, обговорень, дискусій, телеконференцій і т. д..

Така модель передбачає індивідуалізацію і в той же час широку інтерактивність в навчанні. У сучасній вузівській освіті це представляється найбільш перспективним, оскільки збільшує можливості самостійного і групового поглиблення в матеріал, що вивчається, створює умови використання дослідницьких підходів в навчанні, самостійного і групового пошуку інформації для вирішення проблеми, вміння працювати з інформацією індивідуально а також в команді.

На сучасному етапі спостерігається всесторонньо масове впровадження соціальних платформ в процес навчання, тому інтеграція соціальних сервісів і мереж в навчання знаходиться на піку популярності. Не втрачають своєї активності і інтерактивні мультимедійні технології. Наступним кроком в інтеграції соціальних мереж стане створення спеціалізованих платформ, які дозволять сформувати «соціальну екосистему» усередині сайтів.

На сьогоднішній день мережеві співтовариства є сповна звичайними співтовариствами людей, а їх дослідження виділяється в окрему область знання. Число користувачів соціальних мереж визначається десятками мільйонів. Використання соціальних мереж в учбовому процесі навчання це ефективний засіб підвищення мотивації і якості навчання, тому вживання інформаційно-комунікативних технологій – напрям, що саме зажадався, у сфері освіти.

Одній з найбільш відомих засобів дистанційного навчання є створення учбових блогів. Легкість ведення, а також доступу дозволяє публікувати інформацію не лише за допомогою персонального комп'ютера, але і за допомогою мобільних телефонів, смартфонів.

У перекладі з англійського блог – це мережевий журнал, веб-сайт, основний вміст якого складають записи, що регулярно додаються, зображення або мультимедіа. Для блогів характерні короткі записи тимчасової значущості,

відсортовані в зворотному хронологічному порядку. Відмінності блогу від традиційного щоденника обумовлені середовищем. Блоги прилюдні і передбачають сторонніх читачів. Кожен студент може викласти інформацію, точку зору і інші матеріали. В процесі навчання також можна ділитися інформацією, обговорювати конкретні деталі, отримувати коментарі на опублікований матеріал.

Не менш популярні викладацькі блоги, при допомозі, яких можна ефективно управляти самостійною поза аудиторною роботою учнів, а також створювати завдання, направлені на вдосконалення навиків мовної діяльності. Навчанню різним видам листа (пошукового, переглядового, ознайомлювального і вивчаючого) сприяє необмежена можливість розміщувати записи в будь-якій кількості на відмінні один від одного матеріали. Також блоги нічим не поступаються в можливості придбання навиків аудирования. Це відбувається за допомогою використання подкастів, через учбові тексти радіопередач, відео сюжетів, які знаходяться у вільному доступі в Інтернеті. Інтеграція всіх перерахованих способів навчання в блог дозволяє неодноразово прослухувати, при необхідності зупиняти і передивлятися файли.

Використання у віртуальних учбових групах технологій форумів, вебінарів, вики і мультимедійних інтерактивних презентацій гранично полегшують засвоєння матеріалу, сприяють легкому вибудовуванню освітніх траєкторій. Перераховані способи інтеграції соціальних платформ в навчання дають можливість колективної оцінки роботи, стимулюють пізнавальну діяльність.

Цінність використання соціальних мереж не досить оцінена на сьогоднішній день. Багато хто скептично сприймає можливість використання даного способу як засіб навчання, оскільки традиційно соціальні мережі сприймаються як середовище розваги і проведення вільного часу. Останнім часом дослідники вивчають нові сфери вживання соціальних платформ в різних напрямках діяльності людини. Найближчим часом характер соціалізації нестримно посилюватиметься.

Проте використання соціальних мереж не позбавлене певних недоліків, серед яких можна виділити:

- трудомісткість організації і підтримки на належному рівні учбового процесу;
- присутність в соціальних мережах величезної кількості стороннього вмісту розважального характеру і інтенсивний інформаційний і комунікаційний потік;
- Інтернет аддикція і прив'язка до комп'ютерів і гаджетів;
- складність для викладачів в оцінці знань в рамках звичних критеріїв оцінки, умінь і компетенції студентів;
- відсутність безпосереднього контакту між студентами і викладачами;
- зневага нормами і правилами мережевого етикету;

– низький рівень самоорганізації і слабкі навички раціонального розподілу робочого і вільного часу.

Проте, дані незручності можливо здолати спільними зусиллями фахівців в області педагогіки, освіти і IT-технологій дорогою детальнішого вивчення освітніх можливостей соціальних мереж і розробки спеціалізованих освітніх застосувань, направлених на оптимізацію учбового процесу.

## **Висновки**

Сьогодні вузи повинні використовувати різні системи управління освітою. З їх допомогою вузи будуть конкурентоздатними і нададуть студентам інтерактивне і мобільне середовище, відповідне глобальним трендам на ринку. Розвиток соціальних мереж переводять освітню активність на абсолютно інший, значно вищий рівень. Соціальні мережі – це не просто можливість поспілкуватися, це важливий освітній інструмент школи і вузу.

### Список літератури

1. История социальных сетей. URL: [https://www.e-executive.ru/wiki/index.php/Социальная\\_сеть](https://www.e-executive.ru/wiki/index.php/Социальная_сеть).
2. Хуторской А.В. Современные педагогические инновации на уроке. URL: <http://khutorskoj.ru/discus/audio/index.htm>.
3. Использование социальных сетей в образовательном процессе. URL: <http://ysu.am/files/ispolzovanie.pdf>.
4. Социальные сети: плюсы и минусы. URL: <https://blog.webakula.ua/socialnye-seti-plyusy-i-minusy/>.
5. Інформаційне суспільство: соціально-філософські проблеми становлення. URL: [https://openarchive.nure.ua/bitstream/document//7111/1/Навч\\_посібн\\_Інформаційне%20суспільство.pdf](https://openarchive.nure.ua/bitstream/document//7111/1/Навч_посібн_Інформаційне%20суспільство.pdf).

УДК 004.932

## КОРЕКЦІЯ КОЛІРНОГО БАЛАНСУ ЦИФРОВОГО ЗОБРАЖЕННЯ НА ОСНОВІ СТАТИСТИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК

**Григор'єв О.В.**

к.т.н., професор, кафедра «Медіасистеми та технології»,  
Харківський національний університет радіоелектроніки

**Колесникова Т.А.**

к.т.н., доцент, кафедра «Медіасистеми та технології»,  
Харківський національний університет радіоелектроніки

**Яценко Л.О.**

старший викладач, кафедра «Медіасистеми та технології»,  
Харківський національний університет радіоелектроніки

***Анотація.** Кольорові спотворення цифрових зображень пов'язані з освітленням сцени, що знімається, з неправильним завданням балансу білого і сірого, помилками в експозиції. Недоекспанування або зменшення фокусування призводять до пом'якшення насиченості кольорів, а при перетримці виходять пастельні кольори. Все це призводить до необхідності програмної настройки кольору.*

***Ключові слова:** БАЛАНС СІРОГО, КОРЕКЦІЯ, КОЛІРНИЙ БАЛАНС, КОЛІРНА КОРЕКЦІЯ, КОЛІРНІ МОДЕЛІ, ЦИФРОВІ ФОТОГРАФІЇ.*

### **Вступ**

Постійність кольору – це здатність розпізнавати справжній колір об'єктів незалежно від освітленості сцени знімання. Попри те, що зорова система людини є значною мірою постійності кольору, цифрові камери змушені покладатися на швидкі алгоритми балансування кольору, інтегровані в їх конвеєр обробки сигналу зображення (ISP), щоб оцінити освітленість сцени та коригувати її в цифровому вигляді.

В даному дослідженні ми розглядаємо відомі програмні методи корекції колірною балансу, і пропонуємо алгоритм корекції колірною балансу, заснованого на простих статистичних характеристиках цифрового зображення для поліпшення його якості. В ході роботи були проаналізовані набори кольорових гам природного освітлення, з використанням великої бази даних природних зображень, в поєднанні з інформацією про справжнє освітлення, і пропонуємо швидкий алгоритм балансу кольору, заснованого на простих статистичних характеристиках цифрового зображення. На відміну від існуючих методів, наш алгоритм використовує тільки частину гами сцени, яка може відповідати нейтральному сірому кольору для оцінки освітлення.

Колір – властивість об'єктів світу, сприймається як зорове відчуття. Той чи інший колір «присвоюється» людиною об'єктам в процесі їх зорового сприйняття.

У переважній більшості випадків колірне відчуття виникає в результаті впливу на око людини потоків електромагнітного випромінювання з діапазону довжин хвиль від 380 до 760 нм, в якому це випромінювання сприймається оком. Іноді колірне відчуття виникає без впливу променистого потоку на око – при тиску на очне яблуко, ударі, електричному роздратуванні, а також по уявній асоціації з іншими відчуттями - звуку, тепла, і в результаті роботи уяви.

Різні колірні відчуття викликають різно пофарбовані предмети, їх різне освітлення ділянок, а також джерела світла і створюване ними освітлення. При цьому сприйняття кольорів можуть відрізнятися (навіть при однаковому відносному спектральному складі потоків випромінювання) в залежності від того, чи потрапляє в око випромінювання від джерел світла або від не самосвітних об'єктів.

Однак використовуються одні й ті ж терміни для позначення кольору цих двох різних типів об'єктів. Основну частку предметів, що викликають колірні відчуття, становлять об'єкти, які лише відбивають або пропускають світло, що випромінюється джерелами. У загальному випадку колір предмета обумовлений наступними факторами: його забарвленням і властивостями його поверхні; оптичними властивостями джерел світла і середовища, через яку світло поширюється; властивостями зорового аналізатора та особливостями ще недостатньо вивченого психофізіологічного процесу перероблення зорових вражень в мозкових центрах.

Стійке уявлення, що виробляється і закріплюється у людській свідомості про певні кольори, як невіддільна ознака звичних об'єктів спостереження називається «ефектом приналежності кольору», а сам колір визначають як «предметний» (в поліграфії «пам'ятний»). Ця психологічна особливість зорового сприйняття найбільш сильно проявляється при розгляданні не самосвітних предметів і обумовлена тим, що в повсякденному житті ми одночасно розглядаємо сукупності предметів, підсвідомо порівнюючи їх кольору, або порівнюємо колірні відчуття від різнопофарбованих або різноосвітлених ділянок цих предметів.

Ефект приналежності кольору не настільки сильний для джерел світла, оскільки їх рідко зіставляють з іншими джерелами, і зоровий аналізатор значною мірою адаптується до умов освітлення.

При якісному описі кольору використовують три його атрибути: колірний тон, насиченість і світлин.

Поділ ознаки кольору на ці взаємопов'язані компоненти є результат уявного процесу, істотно залежить від досвіду і навчання. Найбільш важливий атрибут кольору – колірний тон (відтінок кольору) – асоціюється в людській свідомості з обумовленістю забарвлення предмета.

Сірі тони (білі та чорні) називаються ахроматичними (безбарвними) і вважають, що вони не мають насиченості та розрізняються лише по світлості. Світлість свідомість зазвичай пов'язує з кількістю чорного або білого пігменту, рідше – з освітленістю.

Світлість пофарбованих об'єктів оцінюють, зіставляючи їх з ахроматичністю об'єктів. Ахроматичність не самосвітних об'єктів обумовлена рівномірним відбиванням ними випромінювань всіх довжин хвиль в межах видимого спектра. Колір ахроматичних поверхонь, що відбивають максимум світла, називається білим.

Насиченість і світлість не самосвітних об'єктів взаємопов'язані, тому що посилення виборчого спектрального поглинання при збільшенні кількості (концентрації) фарбника завжди супроводжується зменшенням інтенсивності відбитого світла, що викликає відчуття зменшення світлини. Так, троянда більш насиченого пурпурного кольору сприймається най темною, ніж троянда з тим же, але менш вираженим колірним тоном.

Одночасне розглядання одних і тих же не самосвітних предметів або джерел світла кількома спостерігачами з нормальним колірним зором (в однакових умовах розглядання) дозволяє встановити однозначну відповідність між спектральним складом порівнюваних випромінювань і викликаються ними колірними відчуттями. На цьому засновані колірні вимірювання (колориметрія). Хоча таке відповідність і однозначно, але не взаємно однозначно: однакові колірні відчуття можуть викликати потоки випромінювань різного спектрального складу.

Протягом 20-го століття кілька досліджень і експериментів по підборі кольорів показали, що зорова система людини значною мірою є постійність кольору [1] – ми здатні розпізнавати кольори з високою точністю при широкому діапазоні природного освітлення. У своїх фундаментальних роботах по колірному зору, включаючи розробку теорії Retinex в кінці 70-х років [2], Едвін Ленд показав, що при інтерпретації кольору певного об'єкта зорова система людини спирається не на абсолютний склад довжин хвиль, що виходять від нього, а радше на його відносний спектральний склад у порівнянні з навколишнім середовищем. Він також запропонував алгоритм, який пророкує колір об'єкта, рівномірно освітленого об'єктом, об'єкту, рівномірно освітленого джерелом світла з довільним спектром як моделі для зорової системи людини [3]. Теорія та експерименти Ленда привели до розробки безлічі алгоритмів, які намагаються оцінити компонент освітленості по вхідному зображенню і домогтися сталості кольору в системах обробки зображень.

### **Мета та задачі дослідження**

Метою даної роботи є аналіз методів колірного балансу зображень, виявлення їх недоліків і пропозиція процедури корекції колірного балансу, заснованої на виявленні паразитного відтінку і видаленні його з зображення за допомогою автоматизованої пакетної обробки зображення.

## Основна частина

Основу професійної обробки цифрових зображень складає настройка їх тонових рівнів і колірних параметрів. Комп'ютерне подання цих характеристик має багато спільного. Так, тон зображення визначається яскравістю пікселів. Дані зображення пов'язане з тоновими рівнями окремих кольорів колірних моделей, сукупність яких призводить до показу на екрані кольорового зображення.

Кольорові спотворення знімків крім багатьох інших причин пов'язані також і з освітленням сцени, що знімається, неправильним завданням балансу білого, помилками в експозиції. Різні джерела світла створюють освітлення з різними колірними характеристиками. Тому якщо при зніманні неправильно встановлений баланс білого, то в знімках з'являється колірний відтінок, який підлягає коригуванню. Недоекспонування або зменшення фокусування призводять до пом'якшення насиченості кольорів, а при перетримці виходять пастельні кольори. Все це призводить до необхідності програмної настройки кольору.

Баланс кольорів – це співвідношення кольорів в зображенні. Регулювання колірною балансу дозволяє посилити або послабити один колір за рахунок іншого додаткового (компліментарного) йому. Наприклад, червоний колір компліментарне (протилежний на колірному колі) блакитному, зелений – пурпурному, жовтий – синього.

Баланс білого – це своєрідна точка відліку для всіх інших кольорів. В основі роботи системи балансу білого лежить простий принцип: якщо в певних умовах освітлення будь-якої частина білого кольору буде виглядати білим, значить, і всі інші кольори будуть передані точно. Тобто система балансу білого повинна коригувати кольору зображення, ґрунтуючись на тому «переконанні», що білий колір дійсно білий.

Правильна настройка балансу білого дозволяє отримувати зображення природних кольорів. Ідеальний баланс білого – це коли зображення має виглядати, як якщо всі об'єкти висвітлювалися нейтрально-білим світлом.

У поліграфії баланс «по-сірому» – засіб для отримання на відбитку правильних кольорів, включаючи нейтральні світлі, сірі й темні тони, в основі якого лежить процедура створення в колірному просторі друкованого синтезу шкали нейтральних сірих тонів.

Кольорові відбитки мають вигляд краще не за рахунок правильного хроматичного балансу, а коли сірий надрукований сірим – це є управління, що приводить зображення в цілому до сірого. Таким чином, середній колір фотографії повинен бути сірим, якщо знайти реальний усереднений колір, то він покаже паразитний відтінок. Паразитний відтінок – це небажаний колірне зрушення зображення. Наприклад, знімок, зроблений в приміщенні фотокамерою без спалаху, може мати жовтуватий відтінок.

Людське сприйняття влаштовано таким чином, що саме діапазон середніх тонів (яскравість) є для нас найбільш інформативним. У середніх тонах наше зір

має максимальний колірний обхват, саме там сприймаємо кольору найбільш насиченими, краще розрізняємо яскравості контрасти та дрібні деталі.

Установка колірнього балансу в середніх тонах забезпечує нас найбільшою інформацією про колір. Якщо у світлах та тінях немає проблем, паразитні відтінки не особливо сильні, а зображення близько до повно контрастного, то такий установки буде достатньо для отримання прийнятної якості зображення.

Розглянемо найбільш відомі та популярні алгоритми балансу кольору: баланс точки сірого, «ідеальний відбивач», баланс по точках білого і чорного, баланс сірого в моделі LAB.

В алгоритмі балансу точки сірого висувається припущення, що сума всіх кольорів на зображенні природної сцени дає сірий колір. Необхідно провести підрахунок середніх яскравостей по всіх каналах:

$$\bar{R} = \frac{1}{N_x \times N_y} \sum R(x, y); \bar{G} = \frac{1}{N_x \times N_y} \sum G(x, y); \bar{B} = \frac{1}{N_x \times N_y} \sum B(x, y); Avg = \frac{\bar{R} + \bar{G} + \bar{B}}{3}, \quad (1)$$

де  $R(x, y)$ ,  $G(x, y)$ ,  $B(x, y)$  – колірні характеристики зображення (червоний, зелений і синій);

$N_x, N_y$  – розмір зображення в пікселях;

$Avg$  – середні значення.

Масштабувати яскравості пікселів за такими коефіцієнтами:

$$R' = R \cdot \frac{Avg}{\bar{R}}; \quad G' = G \cdot \frac{Avg}{\bar{G}}; \quad B' = B \cdot \frac{Avg}{\bar{B}}. \quad (2)$$

Метод «ідеальний відбивач» передбачає, що найбільш яскраві області зображення належать до відблисків на поверхнях, модель відбивання яких, така, що колір відблиску дорівнює кольору освітлення (дихроматична модель). Необхідно виявити максимуми по кожному з каналів:  $R_{max}, G_{max}, B_{max}$ . Потім масштабувати яскравості пікселів:

$$R \times \frac{255}{R_{max}}; \quad G \times \frac{255}{G_{max}}; \quad B \times \frac{255}{B_{max}}. \quad (3)$$

Ідея алгоритму розтягнення контрастності ("autolevels") полягає в розтягуванні інтенсивності по кожному з каналів на весь динамічний діапазон. Для цього необхідно знайти мінімум, максимум по кожному з каналів  $R_{min}, R_{max}, G_{min}, G_{max}, B_{min}, B_{max}$  [3].

В ході дослідження було проведено аналіз алгоритму корекції цифрових зображень заснований на корекції балансу сірого. В даному алгоритмі розглядається корекції балансу по-сірому зображення в колірному просторі.

Науково встановлено, що око більш критичний до помилок відтворення тонів (порушень колірнього контрасту або контрасту сірих тонів), ніж до помилок у відтворенні кольору. Іншими словами, мозок може коригувати колір, ґрунтуючись на загальноприйнятих поняттях, але він не може створити контраст між окремими колірними відтінками, якщо його немає на відбитку. Часто кажуть, що тіні на відбитку «завалені», а особа плоске. І це не що інше, як

відсутність деталей зображення внаслідок малого тонового або кольорового контрасту. І чим насиченішим тон і колір фону, але це важливо при друку тексту на кольоровому тлі (друк по виворотці) тим більшим має бути контраст, щоб розрізнити деталі на цьому тлі, особі. Те, що очей менш критичний до помилок відтворення кольору, ніж тонового контрасту, наочно доводиться існуванням високоякісних чорно-білих або одно фарбових репродукцій з кольорових оригіналів, у яких кольорові деталі відтворюються на відбитку нейтрально сірими тонами (або тонами однієї фарби) тільки за рахунок контрасту світлоти.

Таким чином, середній колір фотографії повинен бути сірим, якщо знайти реальний усереднений колір, то він покаже паразитний відтінок. Паразитний відтінок – це небажаний колірне зрушення зображення. Наприклад, знімок, зроблений в приміщенні фотокамерою без спалаху, може мати жовтуватий відтінок.

Для представлення кольорових цифрових зображень широко використовуються колірний RGB-простір і колірні координатні RGB-системи. RGB-уявлення відповідає фізіології людського зору, але не є інтуїтивним. У розмові про колір природніше оперувати поняттями світлота (яскравість), насиченість, колірний тон.

Стандартизовані RGB-простори, широко використовуються при поданні цифрових зображень, такі як sRGB, Adobe RGB і ін., ні є лінійними (використовують нелінійну гамма-корекцію), що робить некоректну операцію складання колірних векторів за правилом паралелограма в цих просторах. Отже, стають некоректними з фізичної точки зору такі перетворення зображень як розмиття, просторові перетворення (зміна розміру, корекція спотворень і т.п.), що використовують інтерполяцію. Тим часом такі некоректні дії практикуються в багатьох програмах обробки зображень.

Проведемо побудову ортогональної колірної координатної системи. Однією з осей координатної системи виберемо вісь світлоти (L). Дві інші осі координат повинні розташовуватися в площині, перпендикулярній осі L. На цій площині можна буде ввести полярну систему координат «насиченість - тон». Точки колірного простору, відповідні ахроматичним (сірим) квітам повинні розташовуватися на осі L.

Будемо виконувати побудову нової координатної системи, відшуковуючи перетворення в цю систему колірних даних, представлених в sRGB – поширеною в практиці цифрової фотографії та обробки зображень колірної координатної системи [1]. Розглянемо формули перетворення sRGB-координат в лінійні координати CIEXYZ. Перетворення виконується у два етапи. Спочатку дані sRGB лінеаризуються:

$$C_{\text{лин}} = \begin{cases} \frac{C_{srgb}}{12.92}, & C_{srgb} \leq 0.4045, \\ \left(\frac{C_{srgb}}{1+a}\right)^{2.4}, & C_{srgb} > 0.4045, \end{cases} \quad (4)$$

де  $a = 0.055$ ;

$C_{srgb}$  – вихідні (наприклад, лічені з файлу зображення) гамма-кориговані (нелінійні) sRGB-значення R, G або B (формули для перетворення R, G і B однакові);

$C_{лин}$  – лінеаризовані значення R, G або B. Тут і далі передбачається, що потрібно було, щоб колірні координати виражалися числами в діапазоні від 0.0 до 1.0.

Далі лінеаризовані значення RGB піддаються лінійному перетворенню для отримання координат XYZ. У векторно-матричній формі це перетворення виражається так:

$$\begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0.4124 & 0.3576 & 0.1805 \\ 0.2126 & 0.7152 & 0.0722 \\ 0.0193 & 0.1192 & 0.9505 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} R_{лин} \\ G_{лин} \\ B_{лин} \end{pmatrix}. \quad (5)$$

Величина Y в CIEXYZ дорівнює фотометричній яскравості, а, якщо значення нормується на діапазон [0,0, 1.0], то його можна розглядати як світлоту. Таким чином, світлота L в новій системі координат буде обчислюватися як:

$$L=Y=0.2126 R_{лин} + 0.7152G_{лин} + 0.0722B_{лин}. \quad (6)$$

Зауважимо, що якщо значення  $R_{лин}$ ,  $G_{лин}$ ,  $B_{лин}$  належать відрізку [0,0, 1.0], значення L також будуть перебувати в цьому діапазоні, оскільки сума позитивних коефіцієнтів в (6) дорівнює 1.

Знайдемо положення осей  $R_{лин}$ ,  $G_{лин}$ ,  $B_{лин}$  в новій ортогональній системі. Для спрощення надалі будемо позначати  $R = R_{лин}$ ,  $G = G_{лин}$ ,  $B = B_{лин}$ . Поодинокі напрямні вектори осей R, G, B, що утворюють базис цієї координатної системи, позначимо R, G і B, а одиничний вектор осі L - L.

Відповідно до (6) значення  $L_R = 0.2126$ ,  $L_G = 0.7152$  і  $L_B = 0.0722$  - це L-координати векторів R, G і B в новій ортогональній системі. Звідси можна визначити кути (косинуси кутів) нахилу осей R, G і B до осі L нової координатної системи (рис. 1):

$$\begin{aligned} \cos \alpha_R &= L_R = 0.2126; \alpha_R = 78.45^\circ, \\ \cos \alpha_G &= L_G = 0.7152; \alpha_G = 45.57^\circ, \\ \cos \alpha_B &= L_B = 0.0722; \alpha_B = 84.26^\circ. \end{aligned} \quad (7)$$

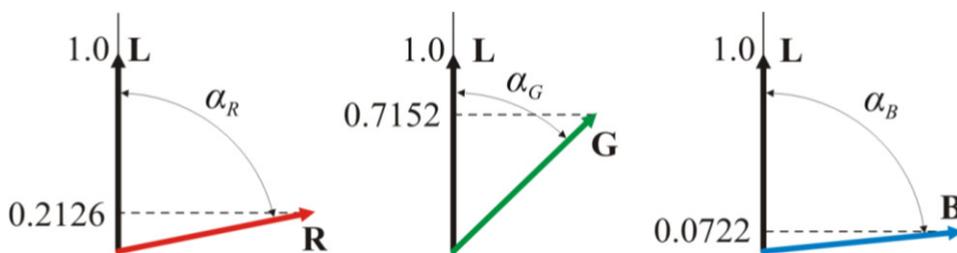


Рисунок 1 – Кути нахилу осей R, G, B до осі L

Тепер необхідно визначити проєкції векторів R, G і B на площину, перпендикулярну осі L, точніше, кути між цими проєкціями. Обставиною, що дозволяє це зробити, є вимога збалансованості RGB-простору, коли

ахроматичності (сірі) кольору мають рівні координати R, G і B. У новій системі координат ахроматичності кольору можуть мати ненульовий тільки L-координату. Це виражається наступним співвідношенням між поодинокими напрямними векторами осей R, G, B і L:

$$R + G + B = L. \quad (8)$$

У проекції на вісь L умова (8) виконується в силу (6). Розглянемо проекцію (8) на площину, перпендикулярну осі L. Використовуємо на цій площині координатні осі a і b, що утворюють разом з віссю L правостороннім ортогональну систему координат. Тоді рівняння (8) у проекціях на осі a і b буде виглядати так:

$$\begin{aligned} \sin \alpha_R \cos \beta_R + \sin \alpha_G \cos \beta_G + \sin \alpha_B \cos \beta_B &= 0, \\ \sin \alpha_R \sin \beta_R + \sin \alpha_G \sin \beta_G + \sin \alpha_B \sin \beta_B &= 0. \end{aligned} \quad (9)$$

Тут  $\sin \alpha_R, \sin \alpha_G, \sin \alpha_B$  – довжини проекцій одиничних векторів R, G і B на площину a-b, а  $\beta_R, \beta_G$  и  $\beta_B$  – невідомі кути між цими проекціями та віссю a (рис. 2).

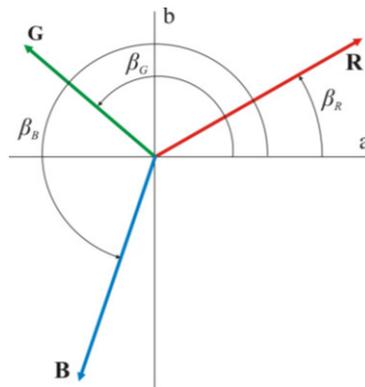


Рисунок 2 – Кути між проекціями векторів R, G, B на площину a-b і віссю a

Чи не зменшуючи спільності розгляду, можна прийняти, що напрямок проекції вектора R на площину a-b збігається з позитивним напрямком осі a (рис. 3). Тоді:

$$\cos \beta_R = 1; \sin \beta_R = 0 \quad (10)$$

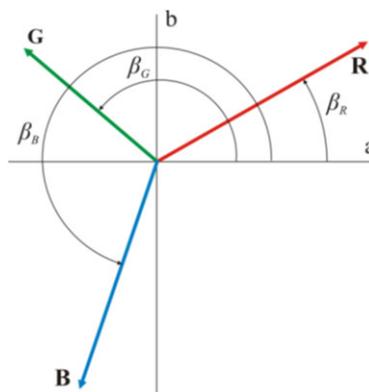


Рисунок 3 – Невідомі кути між проекціями R, G і B на площину a-b

З (9) отримуємо:

$$\begin{aligned} \sin \alpha_R + \sin \alpha_R \cos \beta_R + \sin \alpha_R \cos \beta_R &= 0, \\ \sin \alpha_G \sin \beta_G + \sin \alpha_B \cos \beta_B &= 0. \end{aligned} \quad (11)$$

Співвідношення (11) являють собою систему двох трансцендентних рівнянь з двома невідомими  $\beta_G$  і  $\beta_B$ , вирішуючи яку знаходимо:

$$\begin{aligned} \cos \beta_R &= \frac{\sin^2 \alpha_B - \sin^2 \alpha_R - \sin^2 \alpha_G}{2 \times \sin \alpha_G \times \sin \alpha_R}, \\ \cos \beta_B &= \frac{\sin^2 \alpha_G - \sin^2 \alpha_R - \sin^2 \alpha_B}{2 \times \sin \alpha_B \times \sin \alpha_R}, \\ \sin \beta_G &= \sqrt{1 - \cos^2 \beta_G}, \\ \sin \beta_B &= \sqrt{1 - \cos^2 \beta_B}. \end{aligned} \quad (12)$$

Підставляючи в (12) значення з (7), визначаємо кути:  $\beta_G = 109.2$ ,  $\beta_B = 221$ .

Таким чином, ми визначили положення базисних векторів системи координат RGB (лінеаризоване sRGB) в новій ортогональній системі координат з осями L, a і b. Тим самим, визначена і ця нова координатна система.

Існує, традиція, яка, зокрема, дотримується в CIELAB, коли колірному тону  $0^\circ$  відповідає пурпурового кольору, а колірний тон жовтого –  $90^\circ$ . У зв'язку з цим змінимо напрямки координатних осей на площині, перпендикулярній осі L, так, щоб колірний тон жовтого кольору становив  $90^\circ$ . Жовтий колір утворюється рівними частками червоного і зеленого. Відповідно, колірний тон жовтого може бути визначений з розгляду проекції на площину a-b вектора  $Y = R + G$  (рис. 4).

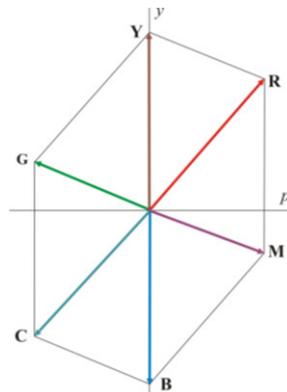


Рисунок 4 – Площина p-y колірної координатної системи Lру Y - жовтий (yellow);  
C - бірюзовий (cyan); M - пурпурний (magenta)

Остаточно як ортогональної системи координат, яка пропонується для використання, вибираємо координатну систему Lру. Осі p і y цієї системи повернені щодо осей a і b за годинниковою стрілкою на кут, який проекція вектора Y на площину a-b утворює з віссю b. Для sRGB цей кут складає  $48.6^\circ$ . Назви осей p і y нової координатної системи утворені від слів purple – пурпурний і yellow – жовтий. Ось L – lightness (світлин).

Остаточно як ортогональна система координат, яка пропонується для використання, вибираємо координатну систему Lру. Осі p і y цієї системи

повернені щодо осей  $a$  і  $b$  за годинниковою стрілкою на кут, який проєкція вектора  $Y$  на площину  $a$ - $b$  утворює з віссю  $b$ . Для sRGB цей кут складає  $48.6^\circ$ .

Назви осей  $p$  і  $y$  нової координатної системи утворені від слів purple – пурпурний і yellow – жовтий. Ось  $L$  – lightness (світлоти).

Співвідношення (7), (10) і (12), а також облік повороту осей координат в положення, коли напрямок осі  $p$  збігається з напрямком проєкції вектора  $Y$  на площину, перпендикулярну осі  $L$ , дозволяє визначити координати базисних одиничних векторів координатної системи RGB в новій координатній системі Lру. Ці координати є елементами матриці перетворення з координатної системи RGB в координатну систему Lру. Перетворення запишеться так:

Співвідношення (7), (10) і (12), а також облік повороту осей координат в положення, коли напрямок осі  $p$  збігається з напрямком проєкції вектора  $Y$  на площину, перпендикулярну осі  $L$ , дозволяє визначити координати базисних одиничних векторів координатної системи RGB в новій координатній системі Lру. Ці координати є елементами матриці перетворення з координатної системи RGB в координатну систему Lру. Перетворення запишеться так:

$$\begin{pmatrix} L \\ P \\ Y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} L_R L_G L_B \\ P_R P_G P_G \\ Y_R Y_R Y_R \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} R \\ G \\ B \end{pmatrix}. \quad (13)$$

Виконавши обчислення, для sRGB отримаємо:

$$\begin{pmatrix} L \\ P \\ Y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0,2126 & 0,7151 & 0,0722 \\ 0,6468 & -0,6468 & 0,0000 \\ 0,7325 & 0,2649 & -0,9974 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} R \\ G \\ B \end{pmatrix}. \quad (14)$$

Нагадаємо, що в правій частині (14) фігурує вектор лінеаризованих sRGB-координат. Перетворення з Lру в лінеаризовану sRGB може бути записано, якщо використовувати звернену матрицю перетворення (14):

$$\begin{pmatrix} R \\ G \\ B \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1,0000 & 1,1355 & 0,0724 \\ 1,0000 & -0,4107 & 0,0724 \\ 1,0000 & 0,7248 & -0,9302 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} L \\ P \\ Y \end{pmatrix}. \quad (15)$$

Необхідно порахувати середні яскравості по всіх каналах:

$$\bar{L} = \frac{1}{N_x \times N_y} \sum L(x, y); \quad a, b = 0, \quad (16)$$

де  $L(x, y)$  – освітленість. Це сукупність понять яскравість (lightness) і інтенсивність (chrome);

$a, b$  – два хроматичних компонента;

$N_x, N_y$  – розмір зображення в пікселях.

Масштабування яскравостей пікселів проводиться за такими коефіцієнтами:

$$L' = L \cdot \frac{Avg}{L}; \quad A' = A \cdot \frac{Avg}{A}; \quad B' = B \cdot \frac{Avg}{B}. \quad (17)$$

де Avg – середні значення яскравості;

$A(x,y)$  – колірна гамма від зеленого до пурпурного;

$B(x,y)$  – колірна гамма від блакитного до жовтого.

Використовуючи даний метод варто враховувати що вихідна картинка необов'язково матиме середню яскравість. Якщо зображення в цілому темніше середнього, результат застосування фільтра усереднення так само буде темніше середнього, а інвертована версія виявиться світліше середнього і разом з позбавленням від паразитного відтінку картинка отримає непотрібне освітлення.

Працюючи з колірною моделлю Lab варто враховувати, піднімаючи колірну насиченість в Lab, крива в каналі b повинна мати меншу крутість, ніж в каналі a. Інакше теплі тони починають йти в жовтизну.

## Результати дослідження

При розробці алгоритму корекції колірного балансу вирішуються наступні завдання:

- визначення і видалення паразитного відтінку, наявні в зображенні;
- розробка скрипту для автоматизації даного алгоритму.

Середній колір фотографії повинен бути сірим, якщо знайти реальний усереднений колір, то він покаже паразитний відтінок. Паразитний відтінок – це небажаний колірне зрушення зображення. Наприклад, знімок, зроблений в приміщенні фотокамерою без спалаху, може мати жовтуватий відтінок.

Для тестування запропонованого алгоритму та налаштування параметрів використовувалися пакет прикладних програм Matlab і графічний редактор Adobe PhotoShop версії CS.

В якості тестових зображень були використані цифрові зображення з високою роздільною здатністю. Розміри оброблюваних зображень  $5184 \times 3456$  пікселів. Формат зображень – JPEG, колірний простір – RGB. Для дослідження було використано 750 зображень. Ми виключили область сірого з даних зображення, доступних для оцінки. В max-RGB ми відкидали пікселі вище порога у 242 (95% динамічного діапазону), щоб уникнути нелінійності через обрізання сигналу. У відтінках сірого ми використовували значення норми Маньківського  $p = 6$ . Для кожного зображення обчислювали оцінювальний вектор освітленості  $L$  з компонентів  $R$ ;  $G$ ;  $B$ , нормалізували його і порівняли його з істинними значеннями  $r$ ;  $g$ ;  $b$  для кожного зображення. Ми використовували загальну кутову метрику помилки в просторі RGB, щоб виміряти, наскільки точні оцінки.

В ході проведення експерименту було виявлено, що при використанні запропонованого алгоритму відбувається зміщення колірного балансу зображення в сторону червоного кольору. Після застосування квадратичної корекції до зображення, колірний баланс значно покращився.

Запропонований нами алгоритм досяг нижчих середніх і медіанний помилок, а також найменшого стандартного відхилення серед розглянутих методів. Застосування максимального і мінімального обмежень на оцінку поліпшило результати у всіх випадках.

Для автоматизації запропонованої процедури був написаний script на мові Javascript і впроваджений в програму Adobe Photoshop. Програмна реалізація була виконана в програмі за допомогою фільтра Average (Усереднення) здійснюється підрахунок і усереднення значень яскравості пікселів зображення.

Скрипт виконує наступні дії:

- переклад в колірну модель LAB;
- створення дублікату активного шару;
- застосування фільтра Average (Усереднення);
- обчислення кольору пікселя цього шару;
- обчислення середньої яскравості;
- видалення шару з фільтром Average (Усереднення);
- створення коректує кривої з потрібними параметрами;
- переклад в колірну модель RGB.

## Висновки

У нашому дослідженні ми запропонували алгоритм корекції цифрового зображення, а також пояснили необхідність автоматичного балансу сірого. В ході експериментальної частини отримані результати моделювання, які підтверджують ефективність запропонованого алгоритму.

Потім ми розглянули можливість реалізації запропонованої процедури в графічному редакторі Adobe PhotoShop.

Експериментальні дослідження показали, що не для всіх типів цифрових зображень така процедура корекції підходить. Зображення, що містять яскраві відтінки кольору або зображення, що містять багато тонких відтінків одного кольору, наприклад шкіра на портретах, рекомендується обробляти іншими методами.

Здійснена автоматизація запропонованої процедури дозволяє здійснювати пакетну обробку зображень, скорочуючи час на обробку зображень.

### Список літератури

1. Kenney A. Digital Benchmarking for Conversion and Access // Moving Theory into Practice: Digital Imaging for Libraries and Archives. 2018. Ch. 3. P. 24-60.
2. Frey F., Susstrunk S. Color Issues to Consider in Pictorial Image Data Bases // Technology. 2017. SPIE Vol. CR61. P. 120-152.
3. Маргулис Д. Photoshop LAB Color. Загадка каньона и другие приключения в самом мощном цветовом пространстве / пер. с англ. под ред. В. Погорелого. М.: Интелбук, 2019. 480 с.
4. Barnard K., Cardei V., Funt B. A comparison of computational color constancy algorithms – part I: Methodology and experiments with synthesized data // IEEE Transactions on Image Processing. 2017. vol 11. no. 9.
5. Колесникова Т.А., Жук Е.Ю., Синотин А.М. Процедура коррекции цветового баланса цифровых изображений в цветовом пространстве LAB // Системы обработки информации. 2014. №1 (38). С. 122-124.

УДК 371.134; 655.41:004

## СТВОРЕННЯ ЕЛЕКТРОННИХ ПІДРУЧНИКІВ ЗАСОБАМИ ВИДАВНИЧОЇ СИСТЕМИ LaTeX

**Грищенко Т.Г.**

директор Наукової бібліотеки ХНУРЕ  
Харківський національний університет радіоелектроніки

**Нікітенко О.М.**

к.т.н., доцент, кафедра «Інформаційно-вимірювальних технологій»,  
Харківський національний університет радіоелектроніки

**Дейнеко Ж.В.**

к.т.н., доцент, кафедра «Медіасистеми та технології»,  
Харківський національний університет радіоелектроніки

***Анотація.** Останніми роками використання в освіті електронних підручників зростає за рахунок активного втілення інформаційних технологій, які допомагають ширше передати матеріал з використанням засобів мультимедіа, зберігати великий обсяг інформації. В цій роботі запропонований перелік принципів і рекомендацій, які доцільно враховувати під час проектування електронних підручників, а також технологія розробки інтерактивних електронних навчально-методичних комплексів з використанням вільно розповсюджуваної видавничої системи LaTeX.*

***Ключові слова:** ЕЛЕКТРОННИЙ ПІДРУЧНИК, ВИДАВНИЧА СИСТЕМА LATEX, НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНИЙ КОМПЛЕКС, ІНТЕРАКТИВНІСТЬ, ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ.*

### **Вступ**

Рівень розвитку країни значною мірою визначається рівнем розвитку освіти, яка повинна на нинішньому етапі розвитку цивілізації швидко й адекватно реагувати на потреби суспільства, позбавляючись шляхом проведення кардинальних реформ притаманного теперішній освіті консерватизму. Одним з важливих чинників реформування освіти є її інформатизація. Побудова ефективних систем інформатизації освіти з урахуванням світового досвіду, особливостей і реалій стану вітчизняної освіти – одна з актуальних і важливих наукових і практичних проблем [1].

Розвиток сучасних комп'ютерних технологій викликає появу нових підходів до освітнього процесу. Програмою діяльності Кабінету Міністрів України у частині реформування освіти передбачено підвищення якості сучасної як вищої, так і середньої освіти [1], а реформування її змісту передбачає створення сучасних електронних освітніх ресурсів, зокрема, електронних підручників.

Використання електронних підручників – це розвиток творчого, інтуїтивного мислення; естетичне виховання за рахунок використання

можливостей графіки, мультимедіа; розвиток комунікативних здібностей; формування умінь приймати оптимальне рішення; формування інформаційної компетентності та інформаційної культури [2].

Інститут модернізації змісту освіти сприяє у створенні електронних підручників для здобувачів повної загальної середньої освіти та педагогічних працівників, як складової сучасного освітнього середовища. 99% українських учнів та студентів є "регулярними інтернет-користувачами", тобто заходять в мережу щонайменше раз на місяць.

З іншого боку аналіз показує, що більшість студентів уже на ранніх стадіях навчання прекрасно усвідомлюють необхідність застосування новітніх інформаційних технологій у своїй професійній діяльності [2]. Тому створення електронних підручників є актуальною і нагальною проблемою.

Отже, метою цієї публікації є огляд інструментів за допомогою яких можна створювати сучасні електронні підручники та надання рекомендацій, які доцільно враховувати під час проєктування електронних підручників, а також технологія розробки електронних підручників з використанням вільно розповсюджуваної видавничої системи LaTeX.

Період пандемії та постійне погіршення ситуації у зв'язку з поширенням COVID-19 вносить зміни до організації навчального процесу у багатьох вищих навчальних закладах нашої країни. У багатьох регіонах оголошено карантин та навчання у багатьох закладах вищої, середньої та професійної освіти переведено в он-лайн формат. Уряд розробив інструменти дистанційної роботи, щоб не зривати навчальний процес та зробити його максимально доступним. Бажання отримати якісну вищу освіту, залишається вельми вагомим стимулом для багатьох студентів та їх батьків [3, 4].

Ситуація, що склалася на сьогодні у освітньому просторі передбачає «вихід за рамки» та обмеження. Те, що ще недавно було цікавою ідеєю у сфері освіти, сьогодні це форма спілкування зі студентами. Дистанційне навчання, використання дистанційних технологій, швидкий перехід на он-лайн платформи накладає свій відбиток щодо подачі матеріалу та можливостей контролю виконаних робіт [4].

Однак, із введенням дистанційного навчання з'явилась ціла низка обмежень – візуального контакту з викладачем, можливість творчого спілкування лектора з аудиторією студентів, емоційна взаємодія завдяки живому слову лектора наочно, можливість оцінити та виправити помилки у виконаних завданнях. З іншого боку самі студенти зловживають відсутністю контролю викладача, не завжди уважно слухають лектора і ці всі фактори знижують якість навчання. Саме тому потрібно змінювати підхід до лекційного матеріалу, викладати його не в дидактичному ключі (у вигляді декларативних тверджень), а в дискусійному плані, змушуючи аудиторію занурюватися в дискусію, аргументувати, формулювати і відстоювати свою думку.

## Мета та задачі дослідження

Впровадження в навчальний процес електронних підручників, які в силу своєї інтерактивності, мають потужні можливості і дозволяють студенту або школяру прямо занурюватися у потрібну йому тему – це один з найбільш дієвих способів підвищення ефективності навчання.

Сучасні електронні підручники, комп'ютерні задачники, навчальні посібники, гіпертекстові інформаційно-довідкові системи – архіви, каталоги, довідники, енциклопедії, тестуючі та моделюючі програми-тренажери розробляються на основі мультимедійних технологій, які виникли на стику багатьох галузей знання [5, 6].

Використання кольорової комп'ютерної анімації, високоякісної графіки, відеоряду, схемних, формульних, довідкових презентацій дозволяє уявити курс, який вивчають, у вигляді послідовного або розгалуженого ланцюжка динамічних картинок з можливістю переходу (з поверненням) в інформаційні блоки, що реалізують ті чи інші конструкції або процеси.

Мультимедіа-системи дозволяють зробити подання навчального матеріалу максимально зручним і наочним, що стимулює зацікавленість у навчанні і дозволяє усунути прогалини в знаннях. Крім того, подібні системи можуть і повинні забезпечуватися ефективними засобами оцінювання і контролю процесу засвоєння знань і набуття навичок і компетентностей.

Сучасні мультимедійні підручники покликані автоматизувати всі основні етапи навчання – від викладання навчального матеріалу до контролю знань і виставлення підсумкових оцінок [5, 7]. При цьому весь обов'язковий навчальний матеріал трансформують у яскраву, захоплюючу, з розумною часткою ігрового підходу, мультимедійну форму з широким використанням графіки, анімації, в тому числі інтерактивної, звукових ефектів і голосового супроводу, включенням відеофрагментів тощо.

Електронний підручник – це не тільки комплексна, але й цілісна дидактична, методична та інтерактивна програмна система, яка дозволяє подати складні моменти навчального матеріалу з використанням багатого арсеналу різних форм подання інформації, а також надавати уявлення про методи наукового дослідження за допомогою імітації останнього засобами мультимедіа [8]. При цьому підвищується доступність навчання за рахунок більш зрозумілого, яскравого і наочного подання матеріалу. Процес навчання відбувається більш успішно, тому що він заснований на безпосередньому спостереженні об'єктів і явищ.

Загальноприйнятого визначення поняття «електронний підручник» поки не існує, не дивлячись на наявність стандартів на електронні підручники, проте наголошують, що електронний (комп'ютерний) підручник – це програмно-методичний комплекс, що забезпечує можливість самостійно або за допомогою викладача освоїти навчальний курс або його частини [7]. Електронний підручник або курс зазвичай містить три складових: презентаційна частина, в якій

викладають основну інформаційну частину курсу, вправи, за допомогою яких закріплюються отримані знання, і тести, що дозволяють надати об'єктивну оцінку знань студента.

Комп'ютерний підручник має поєднувати в собі властивості звичайного підручника, довідника, задачника та лабораторного практикуму. Електронний підручник повинен забезпечувати виконання всіх основних функцій, включаючи уявлення теоретичного матеріалу, організацію застосування первинно отриманих знань (виконання тренувальних завдань), контроль рівня засвоєння (зворотний зв'язок!), завдання орієнтирів для самоосвіти.

Реалізація всіх ланок дидактичного циклу процесу навчання за допомогою єдиної комп'ютерної програми істотно спростить організацію навчального процесу, скоротить витрати часу студента або учня на навчання й автоматично забезпечить цілісність навчального матеріалу в межах одного сеансу роботи з електронним підручником.

Процес навчання відбувається на принципово новому, більш високому рівні, так як електронний підручник надає можливість працювати в найбільш прийнятному для слухачів темпі, забезпечує можливість багаторазових повторень і діалогу між студентом та викладачем, в цьому випадку комп'ютером. Методична сила мультимедіа якраз і полягає в тому, що слухача легше зацікавити і навчити, коли він сприймає узгоджений потік звукових і зорових образів, причому на нього здійснюється не тільки інформаційний, а й емоційний вплив.

Вирішення проблеми з'єднання потоків інформації різної модальності (звук, текст, графіка, відео) робить комп'ютер універсальним навчальним та інформаційним інструментом у практично будь-якій галузі знання і людської діяльності. Таким чином, електронний підручник повинен, зберігаючи всі можливості звичайних підручників, мати принципово нові, у порівнянні з ними, якості, що містять елементи гіпермедіа і віртуальної реальності, що забезпечують високий рівень наочності, ілюстративності і високу інтерактивність, забезпечувати нові форми структурованого подання більших обсягів інформації і знань.

## **Основна частина**

### *Електронний підручник як засіб сучасного електронного навчання*

Електронний підручник – це поєднання тексту, графіки, анімації, аудіо та відео, яке є всім, що ми можемо бачити і чути в нашому повсякденному житті. Він дозволяє студентам виконувати власний вибір рівня складності завдань, надає всі можливості саморозвитку та самоосвіти, дозволяє отримувати допомогу та рекомендації під час тестування та перевіряти свої вміння та навички, а також коректно оцінювати свої можливості. Також електронні підручники дозволяють студенту: створювати нотатки та виділяти текст; використовувати функцію пошуку, щоб знайти відповідну інформацію; надається доступ до навчальних

посібників та додатків; можливість користування функцією перегляду тексту та регулювання розміру шрифту та яскравості екрана, що дуже важливо для студентів з особливими освітніми потребами.

В різних джерелах можливо знайти такі визначення електронного підручника:

– це сукупність графічної, текстової, цифрової, мовної, музичної, відео-, фото та іншої інформації, а також друкованої документації користувача [5];

– навчальне видання, що містить систематизований виклад навчальної дисципліни або її частини, що відповідає державному стандарту і навчальній програмі та офіційно затверджене як цей вид видання [7];

– це електронне видання, яке частково заміняє або доповнює підручник і офіційно затверджене як даний вид видання [8];

– це текст, що подано в електронній формі і забезпечено розгалуженою системою зв'язків, що дозволяє миттєво переходити від одного його фрагмента до іншого відповідно до деякої ієрархії фрагментів [4-8].

Електронне видання може бути виконане на будь-якому електронному носії – магнітному (магнітна стрічка, магнітний диск та інші), оптичному (CD-ROM, DVD, CD-R, CD-1, CD+ та інші), а також опубліковано в електронній комп'ютерній мережі.

Перед тим як розробляти електронний підручник бажано визначитися: кому і навіщо він потрібен.

1. Для самостійної роботи студентів:

– полегшує розуміння навчального матеріалу за рахунок інших, ніж у друкованій навчальній літературі, способів подання матеріалу: індуктивний підхід, вплив на слухову та емоційну пам'ять;

– допускає адаптацію відповідно до потреб студента, рівня його підготовки, інтелектуальних можливостей;

– надає можливості для самоперевірки на всіх етапах роботи;

– виконує роль викладача, надаючи необмежену кількість роз'яснень, повторень, підказок тощо.

2. Для роботи на практичних заняттях:

– дозволяє викладачу проводити заняття у формі самостійної роботи за комп'ютерами, залишаючи за собою роль керівника і консультанта;

– дозволяє викладачу за допомогою комп'ютера швидко і ефективно контролювати знання студентів, задавати зміст і рівень складності контрольного заходу;

– дозволяє використовувати комп'ютерну підтримку для вирішення більшої кількості завдань, звільняє час для аналізу отриманих розв'язків і їхньої графічної інтерпретації.

– дозволяє виносити на лекції і практичні заняття матеріал, можливо, менший за обсягом але найбільш істотний за змістом, залишаючи для самостійної роботи з електронним підручником те, що виявилось поза рамками аудиторних занять;

– дозволяє оптимізувати співвідношення кількості і змісту прикладів і завдань, що розглянуті в аудиторії і тих, які студенту потрібно бути зробити вдома;

– дозволяє індивідуалізувати роботу зі студентами, особливо це стосується домашніх завдань і контрольних заходів.

Серед основних вимог до створення електронних підручників для освітнього процесу: науковості, доступності, проблемності, велика увага приділяється наочності навчання: почуттєвому сприйняттю об'єктів, які досліджують. Наочність навчання під час використання комп'ютерних програм має деякі переваги перед навчанням з використанням традиційних підручників [3]. У навчальному процесі використовуються навчальні і тестуючі програми з різних дисциплін. Нижче представлені сторінки електронних підручників, створені за допомогою системи LaTeX (рис. 1).

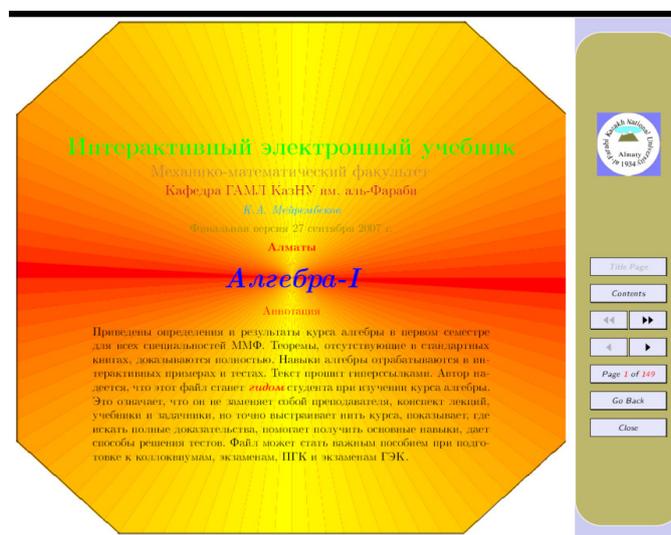


Рисунок 1 – Приклади створених сторінок електронних підручників у видавничій системі LaTeX

Застосування мультимедійних засобів на заняттях дозволяє підвищити не тільки інтерес до майбутньої спеціальності, але й успішність з певної дисципліни.

У сучасних освітніх установах велику увагу приділяють комп'ютерному супроводу професійної діяльності. У навчальному процесі використовують навчальні і тестуючі програми з різних дисциплін.

У наш час до електронних підручників висувають такі вимоги:

- структурованість;
- зручність в обігу;
- наочність викладеного матеріалу.

Традиційно, підручник повинен містити систематизований матеріал з відповідної науково-практичної області знань, забезпечувати творче і активне оволодіння студентами знаннями, вміннями і навичками в цій області.

## Глава 3

### Решения задач

#### 3.1 Задачи и решения к главе 1

{1.1} Докажите, как физик физики, что  $f = \int_{-\infty}^{\infty} \cos(x/a) dx = 0$ .

Доказательство. Пусть математики думают, что  $f = \lim_{a \rightarrow \infty} \sin(R/a) = 77$ , это их дело. А мы добавим какую-нибудь физическую причину, меняющую определение:

$$f = \int_{-\infty}^{\infty} e^{-bx} \cos(x/a) dx = \frac{b}{b^2 + 1/a^2}$$

Теперь надо перейти к конкретным случаям. Например, переберем физическую причину, положив  $b = 0$ . Получим  $f = 0$ , что и требовалось доказать.

#### 3.2 Задачи и решения к главе 2

{2.1} В табл. 2.1 указаны ответы на важные вопросы трёх политических партий. По этим ответам можно вычислить коэффициенты анкорреляции (КА) между любыми двумя партиями,  $0 \leq \text{КА} \leq 1$ . Всегда ли можно найти эти партии на плоскости в виде трёх точек, чтобы расстояние между любыми двумя партиями было пропорционально КА между ними?

Ответ. Для построения треугольника нужно, чтобы выполнялось неравенство треугольника  $a + b \geq c$ , где  $(a, b, c)$  – любая выборка из трёх длин, см. рис. 3.1.

Представим себе крайний случай – у одной партии все нули, а у другой все единицы. Расстояние между ними равно 1. Тогда у третьей партии сумма коэффициентов будет тоже равна 1, то есть она располагается на отрезке, соединяющем первые две партии. Все остальные ситуации проще.

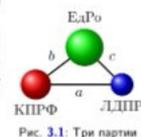


Рис. 3.1. Три партии

Електронний підручник повинен відрізнятися високим рівнем виконання і художнього оформлення, повнотою інформації, якістю методичного інструментарію, якістю технічного виконання, наочністю, логічністю і послідовністю викладу.

Розглянемо основні критерії вибору засобів для створення електронного підручника. Під час вибору засобів необхідне оцінювання наявності:

- апаратних засобів певної конфігурації;
- сертифікованих програмних систем;
- фахівців необхідного рівня.

#### *Засоби створення електронних підручників*

Наразі існує багато засобів для створення електронних підручників, які можна поділити на групи, наприклад, використовуючи комплексний критерій, що містить такі показники, як призначення і функції, вимоги до технічного забезпечення, особливості застосування. Відповідно до зазначеного критерію можлива така класифікація електронних підручників:

- традиційні алгоритмічні мови;
- інструментальні засоби загального призначення;
- мультимедійні засоби;
- гіпертекстові засоби.

Під час вибору інструментарію розробки електронних підручників на противагу таким текстовим редакторам, як Microsoft Word і Open Office Writer, вибір був зроблений на користь видавничої системи LaTeX. Вона найкращим чином підходить для розробки великих документів, що мають складну структуру, і надає наступні можливості [9]:

- бачити не остаточне візуальне уявлення документа, а його логічну структуру, відокремивши оформлення документа від його змісту;
- оформити весь текст документа, іноді створюється великим авторським колективом, в єдиному стилі;
- звільнити автора від непростой дизайнерської роботи і дозволити йому зосередитися виключно на змісті;
- швидко модифікувати оформлення документа, не змінюючи його змісту;
- давати одному і тому ж змісту різне візуальне уявлення.

Видавнича система LaTeX є загальноприйнятим світовим стандартом і володіє найпотужнішими інструментами для підготовки тексту, математичних формул і графічних ілюстрацій. LaTeX є набором програм і є продовженням оригінальної програми TEX, створеної ще наприкінці минулого століття американським математиком і програмістом Дональдом Кнутом як система для верстки текстів з формулами [10, 11]. LaTeX – це комп'ютерна видавнича система, web-орієнтована система подання і рецензування рукописів, яка містить набір фундаментальних сервісів і функцій [3, 6]. Основне її призначення – підготовка наукових документів. Останніми роками в багатьох серйозних наукових журналах вимагають від авторів підготовку статей саме у форматі LaTeX.

Видавнича система LaTeX є стандартом у науковому світі й орієнтована на читача, котрому в своїй діяльності необхідно готувати видання високої якості, тексти яких містять формули, графіки, кольорові діаграми, ілюстрації, а також на фахівців з комп'ютерної графіки [3].

За останні роки склалася тенденція, що найкращі математичні, фізичні та економічні журнали видаються виключно у LaTeX й рекомендують авторам використовувати її для підготовки рукописів.

LaTeX не є простим у його засвоєнні, але має багато переваг відносно популярних текстових процесорів й редакторів презентацій. Видавничу систему LaTeX прийнято як стандарт більшістю відомих науково-технічних видавництв світу, зокрема: Elsevier, Springer-Verlag, John Wiley & Sons, Kluwer, Addison Wesley Longman, AMS, SIAM, Мир, ТВП, Факториал тощо. Тексти, що підготовлені за її допомогою, мають високу якість оформлення і можуть використовуватися більшістю сучасних операційних систем [3].

### *Застосування видавничої системи LaTeX*

Популярні текстові процесори змушують занадто сильно турбуватися про зовнішній вигляд текстових документів, що є «відволікаючим чинником», а робота в LaTeX дозволяє сфокусуватися на утриманні того, про що пише автор чи група авторів, не звертаючи уваги одночасно на візуальне оформлення документа. Це корисно, щоб забути, як виглядає текст і замість цього сконцентруватися на його концептуальній структурі.

Текст є важливим елементом будь-яких навчальних видань; його можна використовувати для надання інформації та підкреслення певної точки, використовуючи різні стилі, шрифти та кольори. Основна мета написання тексту – передати читачу інформацію чи знання, але читач краще зрозуміє текст, якщо текст подано структуровано, і набагато краще побачить і відчує цю структуру, якщо типографська форма відбиває логічну і семантичну структуру документа.

На початку кожного вхідного файлу LaTeX створюється преамбула – певний набір команд, які впливають на оформлення документа в цілому та завантажують пакети, які додають нові можливості в систему. Наприклад, команда `\documentclass{тип документа}` вказує тип документа, який будуть створювати. Вибір типу документа частково визначає форматування документа. Клас документа визначає стандартні команди `\part`, `\chapter`, `\section`, `\subsection`, `\subsubsection` системи LaTeX, що задають ієрархічну структуру документа. Кожен структурний елемент починається з нової сторінки і містить зміст з гіперпосиланнями на підпорядковані елементи, що істотно спрощує навігацію.

LaTeX відрізняється від інших систем комп'ютерного набору тим, що потрібно лише задавати йому логічну і семантичну структуру тексту. Він потім вибирає типографську форму відповідно до «правил», заданих у файлі класу документа та в різних стильових файлах. Найважливіший елемент тексту в LaTeX (і в типографії взагалі) – абзац. Він називається «одиноцею тексту», тому

що абзац є тією типографською формою, яка повинна відображувати одну зв'язну думку або ідею.

Набір та верстку друкованих книжок часто здійснюють так, щоб усі рядки мали однакову довжину. LaTeX же вставляє необхідні розриви рядків і пробіли між словами, оптимізуючи форматування усього абзацу. За необхідності він також переносить слова, які не можна розмістити в рядку. Форматування абзаців залежить від класу документа. Звичайно кожен абзац починається з відступу, а між двома послідовними абзацами не утворюють додаткового інтервалу. LaTeX у текстах після крапки, що завершує речення, ставить довший пробіл, ніж після крапки, яка стоїть після скорочення.

Більшість сучасних комп'ютерних систем дозволяє вводити символи національних алфавітів прямо з клавіатури. Пакет `inputenc` призначений для того, щоб LaTeX міг обробляти різноманіття кодувань, які використовують різні мови, і на різних комп'ютерних платформах [12, 13]. LaTeX підтримує використання типографських лапок, тире, спеціальних літер та символів, грецьких літер. У разі потреби LaTeX розбиває слова для переносу на наступний рядок. Використання команди `\hyphenation` та пакету для підтримки національних мов `babel` у преамбулі вхідного документа, то LaTeX знаходить правильні місця переносу слів, враховує винятки переносів, які стосуються мови, активованої за допомогою `babel`.

Формули можуть набирати всередині абзацу, або винесені як окремий абзац. Математичний текст усередині абзацу вводять між `\( i \)`, між `$ i $`, або між `\begin{math}` і `\end{math}` (рис. 2, 3).

Додайте `$a$` у квадраті і `$b$` у квадраті, щоб отримати `$c$` у квадраті. Або, мовою математики:

$$c^2 = a^2 + b^2$$

Додайте  $a$  у квадраті і  $b$  у квадраті, щоб отримати  $c$  у квадраті. Або, мовою математики:  $c^2 = a^2 + b^2$

Додавши `$a$` у квадраті і `$b$` у квадраті, отримаємо `$c$` у квадраті. Або, мовою математики:

$$c^2 = a^2 + b^2$$

або, щоб менше набирати,

$$a + b = c$$

Додавши  $a$  у квадраті і  $b$  у квадраті, отримаємо  $c$  у квадраті. Або, мовою математики:

$$c^2 = a^2 + b^2$$

або, щоб менше набирати,

$$a + b = c$$

Рисунок 2 – Подання тексту, який містить математичні формули: ліворуч – команди LaTeX, праворуч – зкомпільований у LaTeX документ

```
\begin{displaymath}
1 + \left( \frac{1}{1-x^2} \right)^3
\end{displaymath}
```

$$1 + \left( \frac{1}{1-x^2} \right)^3$$

```
\begin{displaymath}
\mathop{\mathrm{corr}}(X,Y)=
\frac{\sum_{i=1}^n(x_i-\overline{x})(y_i-\overline{y})}
{\left[ \sum_{i=1}^n(x_i-\overline{x})^2 \sum_{i=1}^n(y_i-\overline{y})^2 \right]^{1/2}}
\end{displaymath}
```

$$\mathrm{corr}(X,Y) = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\left[ \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 \right]^{1/2}}$$

Рисунок 3 – Складні формули, створені за допомогою системи LaTeX

Для написання багаторядкових математичних формул в LaTeX використовують операторні дужки `align` і `gather`. Рядки відокремлюють один від одного командою `\\` і кожен рядок нумерується автоматично. Відміна нумерації в рядку здійснюється командою `\nonumber` в кінці рядка. Для повної відміни нумерації необхідно скористатися версією оточення з зірочкою: `align*`.

За замовчуванням формули вирівнюються за лівою межею. Оточення `gather` відрізняється від `align` центруванням формул і неможливістю вирівнювання за символами `&`. Оточення `multiline` дозволяє розбивати довгу формулу на рядки, заповнюючи рядок документу на всю довжину так, як заповнює рядок оточення `flalign`, в іншому схоже на оточення `align`.

Очевидною необхідністю, що загострюється внаслідок декомпозиції навчального матеріалу, є наявність в електронних підручниках гіпертекстових зв'язків. Саме можливість швидкого переходу, що цікавлять користувача, до визначення невідомого або забутого терміна і є головною відмінністю електронного підручника від звичайного друкованого. Для математичних текстів, які рясніють багаторазовими посиланнями на формули і теореми, це особливо актуально. У LaTeX це можна зробити дуже просто за допомогою команд `\ref`, `\eqref` та `\pageref` – усі тексти стають гіперпосиланнями. За допомогою команди `\href{url}{text}` можна отримати посилання на відповідний ресурс (рис. 4).

```
The
\href{http://www.ctan.org}{CTAN}
website.
```

The [CTAN](http://www.ctan.org) website.

```
Повний документ знаходиться
\href{manual.pdf}{тут}
```

Повний документ знаходиться [тут](#)

Рисунок 4 – Використання гіперпосилань у тексті електронного підручника

Було багато спроб створити транслятори з LaTeX в HTML. Деякі були досить успішними у тому сенсі, що вони можуть створювати правильні веб-сторінки зі стандартних вхідних файлів LaTeX [12, 14, 16].

Більшість публікацій у наші дні містять безліч ілюстрацій і таблиць. Ці елементи потребують особливого поводження, оскільки їх не можна розбити між сторінками, але LaTeX також дуже успішно впорається із цим завданням.

Оточення `tabular` використовують для набору таблиць з можливістю формування горизонтальних і вертикальних ліній. LaTeX автоматично визначає ширину стовпчиків. У середині оточення `tabular` стовпчики розділяють знаком `&`, команда `\\` починає новий рядок, а `\hline` вставляє горизонтальну лінію.

Приклад таблиці наведено на рис. 5, а графіку – на рис. 6.

```
\begin{tabular}{c|c|c|c|p{100pt}}
\hline
% об'єднання комірок для формування заголовку таблиці
\multicolumn{4}{c}{Заголовок} \\ \hline
1&2 &\multicolumn{2}{c}{Підзаголовок} \\ \hline
текст1 & & & текст2 \\ \hline
текст4 & текст3 & & \\ \hline
&\multicolumn{3}{50pt}{текст3} & & \\ \hline
\cline{1-1} \cline{3-3}
\multicolumn{2}{40pt}{текст4}&& & \\ \hline
&& & \\ \hline
\end{tabular}
```

Заголовок			
1	2	Підзаголовок	
текст1			текст2
текст4	текст3		
	50pt		
40pt			

Рисунок 5 – Створення таблиці у видавничій системі LaTeX

```
\begin{tikzpicture}[scale=0.8]
\begin{axis}[xmin=-1.4,xmax=4,
xlabel=$x$,
ylabel={$f(x)$},
height=10cm,width=10cm, legend pos={north west},
grid = major,title=Графік за функцією]
% побудова графіка першої функції
\addplot+[domain=-1:3.5,draw=blue,samples=4,only
marks] coordinates {
( 0, -5 )
( 1, -7 )
( 2, -7 )
( 3, 1 )};
% легенда до першого графіка
\addlegendentry{Вузли інтерполяції}
% побудова графіка другої функції
\addplot+[domain=-1:3.5,thick,mark=none,draw=red]
{a*x^3 + b*x^2 + c*x + d};
% легенда до другого графіка
\addlegendentry{Апроксимаційний поліном}
\end{axis}
\end{tikzpicture}
```

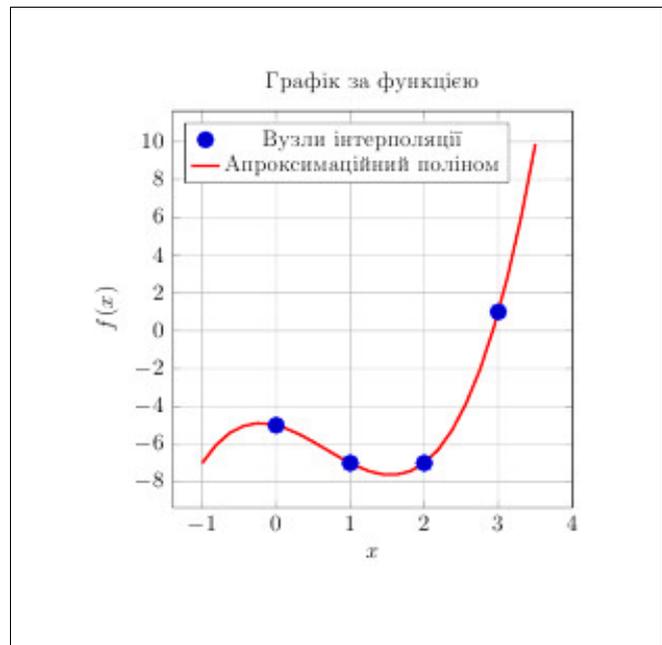


Рисунок 6 – Графіки, що створені за допомогою системи LaTeX

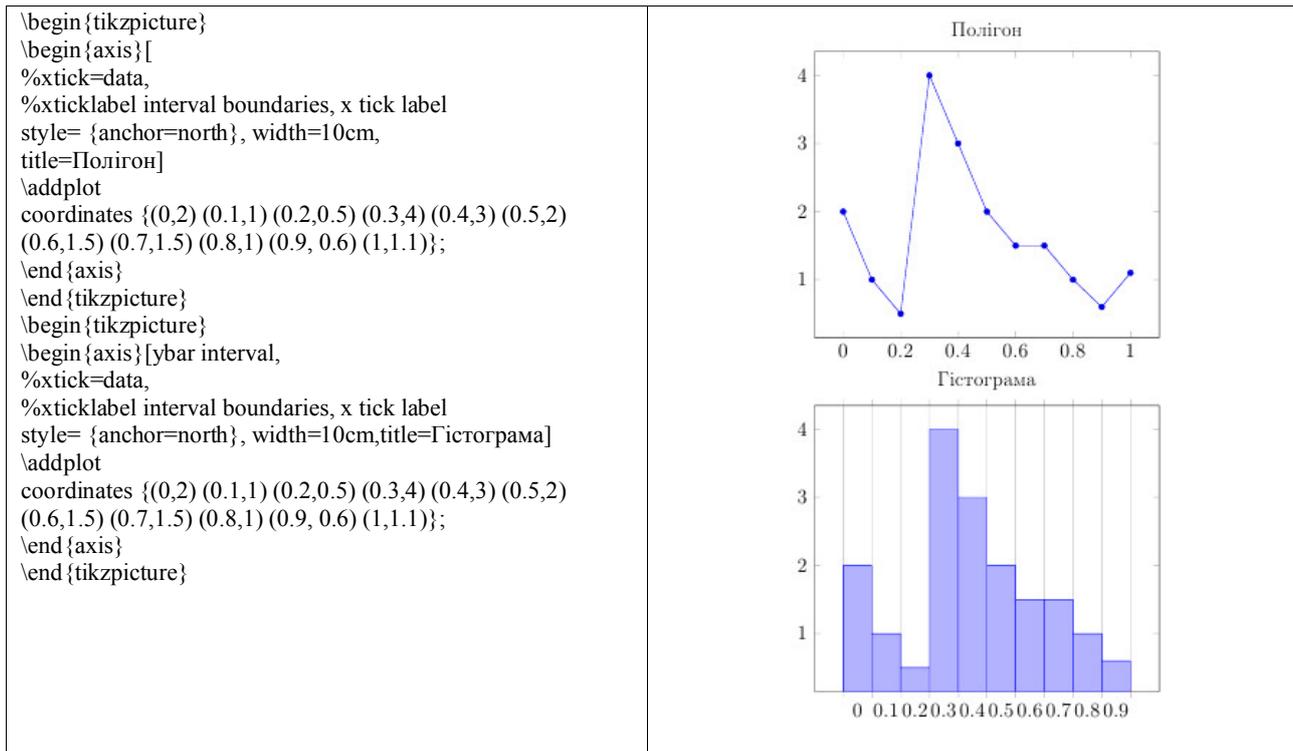


Рисунок 6, аркуш 2

LaTeX дає можливість зручно для автора підручника підготувати текст з численними математичними формулами зі складною структурою. Підготувати у формі, максимально доступній для сприйняття читачем. Більшість наукових статей та звітів при візуалізації даних використовують структуровані таблиці з точними значеннями функції, але більш наочною та ефективною формою візуалізації є графіки. В LaTeX існують десятки спеціалізованих пакетів для створення графіків, таблиць, гістограм, діаграм, штрих-кодів, іконок і багато іншого. Існують універсальні графічні пакети: PGF/TikZ, PSTricks, METAPOST і Asymptote, для кожного з них реалізовано безліч спеціалізованих бібліотек, об'єднаних єдиним інтерфейсом. Для цього в преамбулі документа слід додати команди: `\usepackage{tikz}` або `\usepackage{pgfplots}`.

В якості першого графіка пропонується створення графіка по визначеним точкам. Припустимо, що є невелика таблиця даних, які необхідно відобразити, код для графіка в цьому випадку буде мати вигляд як показано на рис. 6.

Якщо таблиця даних занадто велика, то можлива побудова графіка на основі таблиці, розташованій в зовнішньому файлі в форматі \*.csv. Також можлива побудова графіка на основі математичного виразу, використання різних видів діаграм та графіків, наприклад, гістограм та лінійних графіків.

Клас `textbook` надає також спеціальну розмітку для набору тестів для самоперевірки, які, як правило, виділяють в окрему частину електронного підручника. Всі питання тесту розташовують в оточення `\begin{test}... \end{test}`. На початку кожного питання дається команда `\item`, за якою прямує текст контрольного питання. Під час розробки тестів з вибором правильних відповідей із загального списку відповідей в текст питання додають оточення

`\begin{answers}{кількість колонок} ... \end{answers}`,

що містить список відповідей. Текст кожної відповіді передує команда `\Ans0` | 1. Цифри 1 і 0 відповідають правильній і неправильній відповіді. Відповіді набирають у вигляді таблиці із заданою кількістю колонок.

Текст питання замість списку відповідей може містити поля для введення чисел або тексту (рис. 7), за вставку яких відповідають відповідно команди:

`\num {правильна відповідь}` і `\txt {правильна відповідь}`.

Вірною вважається відповідь, що збігається з правильною відповіддю, заданим розробником тесту.

The image shows a LaTeX test interface. On the left, there is a test titled "Начало теста." with two problems:

- $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{2n-3}{3n+1} =$  followed by a text input field containing a green box and a grey box with an asterisk.
- $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{2n^3+4}{n^2+5} =$  followed by a text input field containing a green box and a grey box with an asterisk.

Below the problems is a "Clear" button. On the right, the LaTeX code for the test is shown:

```
\begin{test}
  \item $
    \lim_{n\to\infty}
    \frac{2n-3}{3n+1}
    =
    \num{2/3}.
  $ \item $
    \lim_{n\to\infty}
    \frac{2n^3+4}{n^2+5}
    =
    \txt{inf}.
  $
\end{test}
```

Рисунок 7 – Приклад оформлення тесту з правильною відповіддю

Електронний підручник можна створювати, використовуючи пакети створення електронних презентацій в LaTeX.

Для створення електронних презентацій в LaTeX існує ряд спеціальних пакетів, таких як Beamer, Prosper, PowerDot, PdfScreen, PPower4, PdfSlide тощо. При цьому майже всі прийоми оформлення тексту в LaTeX працюватимуть і в презентаціях, а отже зі статті чи звіту pdf-файл презентації створити дуже просто [15, 16]. На нашу думку одним з таких пакетів є пакет PdfScreen.

Складних інструкцій з використання для пакету PdfScreen не потрібно, оскільки він є розширенням `hyperref.sty` Себастьяна Ратца, який застосовують для обробки перехресних посилань команд LaTeX під час створення гіпертекстових посилань в документі. Основне призначення пакету – заміна розмірів ширини та висоти сторінки для забезпечення ідеального масштабування під час перегляду документа на екрані. Таким чином, всі команди, що контролюють розміри сторінки, перевизначають з метою формування динамічних розмірів наповненості екрану [15].

З іншого боку сучасне Internet-покоління потребує цікавого і наочного навчання, в якому є колір, рух і елементи гри. Для потреб викладання природничих наук потрібна така комп'ютерна система, яка забезпечує зручність під час написання формул, і в той же час зручне середовище для виконання креслень. Видавнича система LaTeX повністю відповідає цим вимогам. Вона надає зручне середовище і пакети для форматування складних математичних

формул, а її графічні розширення дозволяють ефективно та зручно створювати графічні зображення.

Навчальний електронний підручник має містити три основних частини:

- теоретична частина;
- практична частина;
- контрольний тест.

На рисунку 8 наведено можливе використання LaTeX для створення концептуальних схем. Концептуальні схеми є корисними у навчанні й їх часто називають також мапами лекцій, схемами дій тощо. Вони фактично є зображенням багаторівневих списків у вигляді спеціальних графів. На цьому рисунку червоним позначено ті документи, які доцільно створювати за допомогою видавничої системи LaTeX, зокрема електронні мультимедійні підручники:



Рисунок 8 – Використання LaTeX для створення електронних видань у навчальному процесі

Однією з нагальних потреб мультимедійного навчання, є створення інтерактивних, естетично витриманих гіпертекстових презентацій. Система LaTeX пропонує багато різноманітних пакетів для їх створення, при цьому вихідні результати подають у форматі pdf, і є доступними для перегляду за допомогою програми Acrobat Reader.

Використовуючи пакет PdfScreen, можна легко досягти вище зазначених результатів. Крім того цей пакет дозволяє разом з пакетом eXeQuiz створювати професійні інтерактивні тести [15]. Приклади посібників, що створено за допомогою цих пакетів, наведено на рисунку 9.

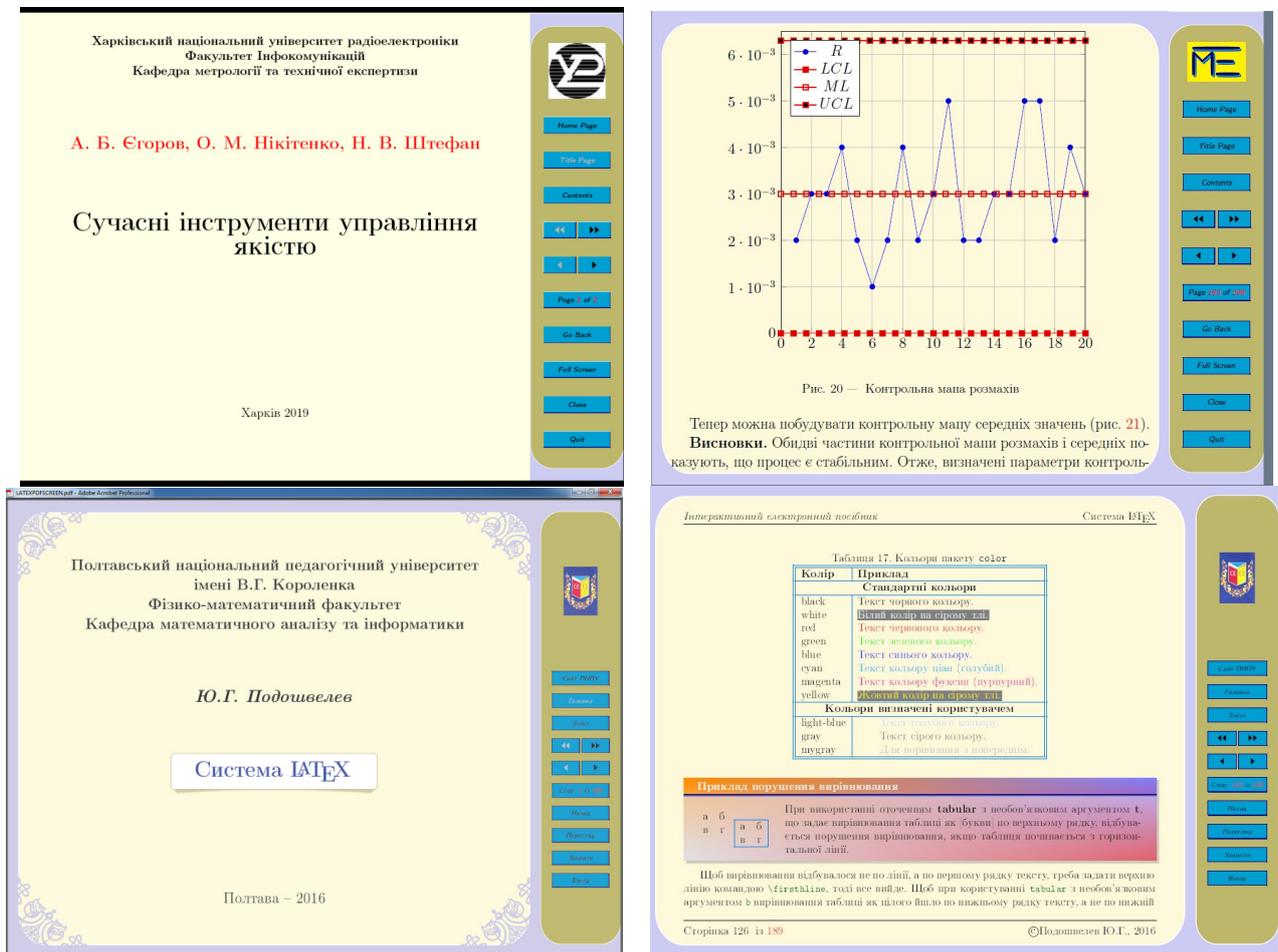


Рисунок 9 – Приклади електронних підручників, створених у видавничій системі LaTeX

Отже, у роботі запропоновано деякі рекомендації щодо створення електронних підручників за допомогою видавничої системи LaTeX. Максимальна зручність для наукових публікацій та різних електронних підручників, для створення бездоганно оформлених статей молодосвідченими у видавничих справах науковцями – все це зробило видавничі системи на основі Tex стандартом de facto для наукових видавництв. Фізико-математичні журнали всього світу приймають для опублікування статті, які підготовлені у LaTeX.

## Висновки

Використання електронних мультимедійних підручників у навчальному процесі студентів забезпечує самостійне освоєння теоретичного матеріалу з конкретної дисципліни та закріплення навичок розв'язання завдань на практиці. Отже, видавничу систему LaTeX доцільно використовувати під час створення як друкованих, так і електронних навчальних та наукових видань.

Розроблений електронний підручник за допомогою видавничої системи LaTeX є засобом як для стаціонарного, так і для дистанційного навчання. Створені у LaTeX електронні підручники відрізняються від своїх аналогів тим, що по-перше, вони містять крім теоретичного матеріалу, також різні інтерактивні елементи, лабораторні та практичні завдання, тести для перевірки базових знань з дисципліни, а по-друге, процес підготовки викладача та перевірки знань студентів може відбуватися дистанційно.

В роботі досліджено основні можливості та переваги використання системи LaTeX для створення електронних підручників. Результати дослідження показують такі переваги LaTeX як засобу форматування технічної літератури:

- висока якість створеного документа, який відповідає типографським стандартам (зручні засоби відтворення алфавітного покажчика, списків літератури, графічних об'єктів і таблиць, автоматична нумерація математичних формул, посилань та інших об'єктів);

- можливість встановлення системи LaTeX на будь-якому персональному комп'ютері та безкоштовне її розповсюдження;

- можливість набору вхідного файлу у будь-якому текстовому редакторі, LaTeX-файл має невеликий розмір і не потребує додаткової архівації;

- наявні засоби форматування математичних виразів;

- можливість миттєвого подання результатів у вигляді графіків, діаграм, тощо.

У цій роботі розглянуті технічні засоби та методи розробки що дозволяють, за наявності у авторів базових навичок роботи з LaTeX, істотно спростити створення складних електронних навчально-методичних комплексів. Однією з головних переваг запропонованого підходу є автоматизація таких рутинних процесів, як формування списку визначень (глосарію), розстановка гіперпосилань на нумеровані об'єкти (формули, теореми) тощо. Розроблені засоби особливо ефективні в разі математичної предметної області, але їх використання цілком виправдано при створенні електронних підручників з будь-яких інших дисциплін.

Слід зазначити, що у Харківському національному університеті радіоелектроніки за останні роки було підготовлено декілька електронних посібників і підручників у видавничій системі LaTeX, які успішно використовуються викладачами у навчальному процесі.

#### Список літератури

1. Програма діяльності Кабінету Міністрів України. Червень, 2020 р. С. 79-85. URL: <https://www.kmu.gov.ua/storage/app/sites/1/Program/diyalnosti-kmu-20.pdf>.

2. Малюкова І.Г., Жилияєв І.Б., Якименко Ю.І. Використання інформаційно-комунікаційних технологій у вищій освіті України: поточний стан, проблеми і перспективи розвитку: аналітичний огляд. К.: КПІ, 2009. С. 34. URL: <http://uiite.kpi.ua/ua/about-uiite/public/>.

3. Грищенко Т.Б., Дейнеко Ж.В., Нікітенко О.М. Використання системи LaTeX під час підготовки наукових публікацій // Поліграфічні, мультимедійні та web-технології: тези доп. IV Міжнар. наук.-техн. конф. (14-17 травня 2019, м. Харків). 2019. Т1. С. 96-99.

4. Ткаченко В.П., Дейнеко Ж.В., Бокарева Ю.С. Підготовка креативної молоді за технологіями дистанційної освіти // Поліграфічні, мультимедійні та web-технології: тези доп. V Міжнар. наук.-техн. конф. (14-17 травня 2020, м. Київ). 2020. С. 48-51.
5. Шуневич Б.І. Розвиток основних компонентів для організації дистанційного навчання в Україні // Проблеми освіти: Науково-методичний збірник. 2003. Випуск 33. С. 45-56.
6. Matarneh R., Maksymova S., Deineko Zh., Lyashenko V. Building Robot Voice Control Training Methodology Using Artificial Neural Net // International Journal of Civil Engineering and Technology. 2017. Vol. 8 (10). P. 523–532.
7. Гущенко В.В., Поцулко О.А. Електронний підручник як основний елемент сучасного освітнього середовища // Проблеми та перспективи формування національної гуманітарно-технічної еліти: зб. наук. пр. 2015. Вип. 44 (48). С. 273-287.
8. Мандрик П.А., Фалейчик Б.В., Ляликов А.С. Средства автоматизации и сопровождения разработки электронных учебно-методических комплексов по математическим дисциплинам // Технологии информатизации и управления. ТИМ-2011: материалы II Междунар. науч.-практ. конф. 2011. С. 180-185.
9. Корбут О.Г. Електронний підручник як елемент освітнього середовища // Сучасні методи викладання іноземної мови професійного спрямування у вищій школі: матеріали V Міжнародної науково-практичної on-line конференції (24.04.2012, м. Київ). 2012. URL: <http://confesp.fl.kpi.ua/ru/node/1087>.
10. Knuth D.E. The TeXbook. Addison-Wesley. Professional, 1984. 496 p.
11. Лисенко С.М., Кришук А.Ф., Дзюбак Ю.П. Дослідження переваг застосування LATEX при оформленні наукових праць // Вісник Хмельницького національного університету. №5. 2012. С. 225-234
12. Van Zandt T. PSTricks: PostScript macros for Generic TEX. URL: <http://mirror.ctan.org/graphics/pstricks/base/doc/pst-user.pdf>.
13. Гарасим Я.С., Романенко А.В., Хапко Р.С. LaTeX: створення математичних документів: навч. посібн. Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2002. 140 с.
14. Rahtz S., Oberdiek H. Hypertext marks in LATEX: a manual for hyperref 2006. URL: <http://tug.ctan.org/tex-archive/macros/latex/contrib/hyperref/doc/manual.pdf>.
15. Подошвелев Ю.Г. Система LaTeX. Інтерактивний електронний посібник Полтава, 2016. 189 с.
16. Кротов В.Г., Ляликов А.С. LaTeX: компьютерная система подготовки математических текстов. Минск: БГУ, 2010.

УДК 621.375.826

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ЛАЗЕРНОГО МАРКУВАННЯ ПОЛІМЕРНИХ МАТЕРІАЛІВ

**Савченко О.М.**

к.т.н., доцент, кафедра поліграфічних медійних технологій і паковань,  
Українська академія друкарства

***Анотація.** Здійснено класифікацію видів маркування поліграфічної продукції, наведено вимоги, що пред'являються до маркування товарів. Проведені експериментальні дослідження маркування полімерних матеріалів на лазерному станку TSI390 з довжиною хвилі 10,6 мкм в залежності від потужності випромінювання та швидкості маркування. Виявлено лазерно-індуковані механізми процесу маркування.*

***Ключові слова:** ТЕХНОЛОГІЇ МАРКУВАННЯ, ЛАЗЕРНИЙ СТАНОК, ПОЛІМЕРНІ МАТЕРІАЛИ, ЛАЗЕРНЕ ВИПРОМІНЮВАННЯ, CO<sub>2</sub>.*

### **Вступ**

Майбутнє будь-якої промисловості, в тому числі і поліграфічної – це цифрові технології, системи об'єднання даних, які будуть використовуватися для відстеження та діагностики проблем в охороні здоров'я, сільському господарстві, легкій промисловості, навколишньому середовищі, а також для виконання повсякденних завдань. Технології, що функціонують на основі аналізу даних, забезпечують розширення прав і можливостей людини, покращуючи її добробут [1]. Одним з найважливіших процесів сучасного виробництва є маркування продукції, що випускається. Маркування деталей, вузлів або кінцевого виробу дозволяє виробнику контролювати обсяг і якість продукції, просувати свою торгову марку. Кінцевий користувач отримує на виробі інформацію про тип і параметри, терміни придатності і реалізації продукції, гарантію якості від виробника.

Існує кілька видів маркування: механічне, термічне, термотрансферний і струменевий друк, які досить давно і успішно застосовуються в багатьох сферах виробництва, проте мають ряд недоліків. Деякі види маркування порушують цілісність поверхні виробу, інші види маркування не забезпечують необхідної надійності і довговічності маркування [2].

Можливість виключення зазначених недоліків традиційного маркування пов'язана з використанням лазерного. Різновид матеріалів, які маркуються лазером, дуже широка: метали і сплави, папір і картон, тканина, кераміка, пластик, напівпровідники, скло, дерево і т.д. Лазерне маркування не впливає на властивості продукції та здійснюється якісно, точно і швидко. В сучасних умовах лазерне маркування вважається одним з найбільш надійних маркувань, що забезпечує запобігання фальсифікації фірмового товару. Такий тип маркування успішно застосовується при нанесенні зображень на метали.

Авторами [3] представлені експериментальні дослідження і спосіб формування фарбовості на поверхні нержавіючої сталі при дії імпульсного лазерного випромінювання. Описані методи розрахунку коефіцієнту відбиття плівок оксиду заліза на залізі та здійснено розрахунок залежності коефіцієнту відбиття від довжини хвилі у видимому діапазоні і товщини оксидної плівки на поверхні матеріалу, що маркується.

Вплив лазерного маркування на корозійну стійкість нержавіючої сталі розглядають вчені [4], оскільки широке застосування з даного матеріалу отримали побутові предмети і промислове устаткування для продуктів харчування, що успішно маркуються за допомогою лазерних систем. Такі дослідження важливі, адже перераховані вироби регулярно піддаються агресивній дії сильних лугів, кислот і ПАР з різних побутових миючих та дезінфікуючих засобів.

Нещодавно уряд Франції оголосив про запровадження на національному рівні нової системи маркування харчових продуктів на лицьовій стороні упаковки. Ця система, так звана шкала Nutri-Score [5], представляє собою п'ятиколірне маркування, розроблене державним науково-дослідним об'єднанням «Дослідницька група з епідеміології харчування». Дані наукових досліджень говорять про те, що шкала Nutri-Score на лицьовій стороні упаковки здатна адекватно відобразити поживні властивості продуктів, а також індивідуальні бали та загальну якість раціону з точки зору вмісту поживних речовин. Основним завданням маркування на лицьовій стороні упаковки харчових продуктів є боротьба з ожирінням і хронічними захворюваннями в рамках комплексної програми профілактики.

Порівняно недавно було випробувано нанесення маркування безпосередньо на продукт [6]. Окремий інтерес представляє лазерне маркування органічних матеріалів. Відомо, що харчові продукти мають властивість псуватися, в тому числі і від лазерної дії, тому при розробці технології нанесення маркування на овочі та фрукти необхідно знайти ті рівні потужності та умови впливу, при яких не буде порушуватися довгострокове зберігання продуктів. У статті розглянуто задачу лазерного маркування органічних матеріалів (овочів і фруктів). Наведено результати лазерної дії на деякі фрукти з різними властивостями зовнішньої шкірки. Експериментальним способом виявлені оптимальні режими роботи лазерної установки для маркування окремих видів фруктів і овочів.

Як видно з результатів наукових досліджень, лазерне маркування використовується в різних сферах та напрямках.

### **Мета та задачі дослідження**

В поліграфічній промисловості широке застосування лазерне маркування набуло при виготовленні різноманітної пакувальної та сувенірної продукції, етикеток та ін. з полімерних матеріалів. Тому метою даної роботи було

проведення експериментальних досліджень дії лазерного випромінювання на полімерні матеріали та підготовка результатів цієї взаємодії для побудови теоретичних основ лазерного випромінювання на матеріал.

### Основна частина

Маркування – це нанесення умовних знаків, букв, цифр, графічних знаків або написів на об’єкт, з метою його подальшої ідентифікації, вказівки його властивостей та характеристик. В автоматизації маркування комплектуючих, продукції та упакування займає важливу і невіддільну частину технології [7].

Дуже часто виробники вживають термін «пряме маркування деталей» (DPM) для відстеження деталей протягом усього виробничого циклу і ланцюга постачання. Три головні елементи в DPM – це кодування, маркування та перевірка. Кодування – це переведення інформації в комбінацію темних і світлих зон, включають в себе байти даних, які в подальшому використовуються маркувальним пристроєм. Перевірка – це процес підтвердження точності і якості маркування. Зазвичай вона виконується одразу після нанесення маркування продукту на лінії [8].

На рис. 1 наведено приклад коду DPM.



Рисунок 1 – Приклад коду DPM

Крім DPM з успіхом використовується етикетування: автоматичне здійснюється за допомогою конвеєрних аплікаторів; для ручного маркування підбираються принтери для друкування етикетки, зазвичай струменеві і термотрансферні. Широкого розповсюдження набувають вагомаркувальники: автоматичні маркувальники інтегруються в конвеєрні лінії, які вимірюють і наносять на етикетку фактичну вагу товару.

Маркування піддонів, палет і тари поділяється на:

- групове маркування товарів в коробках;
- масове маркування партії товарів на піддоні;
- облік та маркування оборотної тари та ящиків [9].

Вимоги, що пред'являються до маркування товарів:

- нанесене зображення повинно бути контрастним та читабельним для споживача;

- знаки повинні бути стійкими до стирання, тобто зберігатися на поверхні або упаковці, як мінімум, до початку експлуатації виробу;

- маркування (якщо воно наноситься не на сам товар, а кріпиться до нього у вигляді етикетки, бірки, контрольної стрічки, ярлика і т.д.) повинно чітко співвідноситися з товаром, до якого воно належить;

- інформація, нанесена на готову продукцію, повинна бути вичерпною і містити всю необхідну для споживача інформацію.

До основних способів нанесення інформації про продукт відносяться такі.

1. Механічне маркування: голкоударне, тиснення (вдавлювання), висікання, перфорація, гравіювання та використання штампу. Даний спосіб є досить витратним у зв'язку зі зношуванням використовуваного обладнання. Крім того, він є контактним, що призводить до руйнування окремих виробів або цілих партій (наприклад, при неправильно нанесеній перфорації). Для ідентифікації таким способом підходять не всі групи товарів.

В основі голкоударного маркування лежить механічна ударна дія гострої твердоплавної голки на поверхні деталі. Іноді цей спосіб називають ударно-точковим маркуванням. Даним способом переважно маркують деталі, виготовлені з металу або пластмаси. При маркуванні голкою металевих деталей важливо, щоб твердість поверхні металу не перевищувала 65 одиниць за шкалою Роквелла (HRC), інакше наконечник голки буде швидко затуплятися, що призведе до поганої якості маркування, особливо штрих-коду. Важливе значення в процесі маркування відіграє правильний вибір голки і конструкції стилусу. Голки виготовляються з міцного і твердого металу і можуть мати різний кут заточення: 60, 90 і 120 градусів. Стилуси, в залежності від глибини маркування, можуть мати різні корпуси (рис. 2).



Рисунок 2 – Корпуси стилусу для ударно-точкового маркування

2. Термічна дія (плавлення і випалювання). Переваги та недоліки даного способу аналогічні до попереднього: сама технологія нанесення є досить проста, однак має високу вартість експлуатації і швидке зношування обладнання, а також – складність в налаштуванні програм (наприклад, при необхідності зміни знаків, що наносяться).

3. Термотрансферний друк. Таким способом інформація наноситься не на сам товар, а на його упаковку, тару або інші супровідні матеріали. Термоперенесення відбувається за рахунок перенесення зображення з фарбової

стрічки риббон. Переваги цього методу полягають в широкому розмаїтті інформації, що наноситься: буквено-числові знаки, штрих-код, дані про виробника і багато інших відомостей, важливих для споживача. До недоліків відноситься висока вартість витратних матеріалів (фарбової стрічки), що безпосередньо впливає на кінцеву собівартість готового товару.

4. Краплеструменева ідентифікація. Даний спосіб універсальний і підходить практично для будь-якої групи товарів.

До переваг краплеструменевого друку відносяться:

- висока швидкість нанесення, а значить, - підвищена продуктивність;
- мінімальна вартість операції в порівнянні з іншими способами перенесення інформації;
- відсутність прямого контакту з готовим виробом, що виключає його руйнування;
- простота переналаштування програм і повна автоматизація;
- гнучкість та надійність використовуваного обладнання.

До недоліків даного способу можна віднести лише те, що він не підходить для товару з великим терміном придатності, оскільки з часом нанесені знаки можуть ставати менш чіткими або стиратися.

Електрохімічне маркування відноситься до оброблення металів дією електричного струму у водному електроліті з використанням електрода, який є інструментом, зокрема, для маркування, і може бути використаний для нанесення точкових зображень. Забезпечує добру читабельність, високу продуктивність і вимагає найменших капітальних витрат серед усіх технологій. Однак цей спосіб може використовуватися тільки для маркування металевих струмопровідних матеріалів, також обмежує гнучкість те, що для кожного коду необхідні заздалегідь заготовлені шаблони [10, 11].

5. Лазерне маркування. Інформація в даному випадку наноситься на товари під дією потужного променя. Саме цей спосіб нанесення ідентифікуючої інформації використовується у випадках, коли необхідна гарантія максимально вічних розпізнавальних ознак на поверхні виробу [8].

Можна виділити такі переваги лазерного маркування:

- відсутність механічного контакту;
- можливість маркування в умовах масового конвеєрного виробництва;
- можливість частої зміни продукції при малих серіях;
- довговічність маркування;
- мала кількість матеріалу, що видаляється (важливо при обробці Au, Pt і т.д.);
- можливість нанесення маркування на вироби складної конфігурації;
- можливість нанесення штрих-кодів, рисунків (ієрогліфів та ін.) [6, 12].

До його недоліків відносяться високі експлуатаційні витрати, оскільки використовується досить дороге устаткування [8].

Технології маркування і придатність матеріалів представлено в табл. 1.

Таблиця 1 – Технології маркування і придатність матеріалів

		Алюміній	Мідь	Титан	Залізо	Сталь	Магній	Кераміка	Скло	Полімерні матеріали
Лазерне маркування	Вуглекислотним лазером	•				•		•	•	•
	Напівпровідниковим лазером	•	•	•	•	•	•	•		•
Струменевий друк		•	•	•	•	•	•	•	•	•
Ударно-точкове маркування		•	•		•	•				•
Електрохімічне маркування		•	•	•	•	•	•			

### Результати досліджень

Для більшості процесів лазерного маркування підходить CO<sub>2</sub> лазер. Для поставлених в даній роботі завдань використовувався лазерний станок TS1390. До складу комплексу входить CO<sub>2</sub> лазер, довжина хвилі якого 10,6 мкм, що ефективно поглинається полімерними матеріалами, програмно-електронний блок, який керує положенням лазерного пучка в просторі за допомогою сканатора. Схема вуглекислотного лазера представлена на рис. 3.

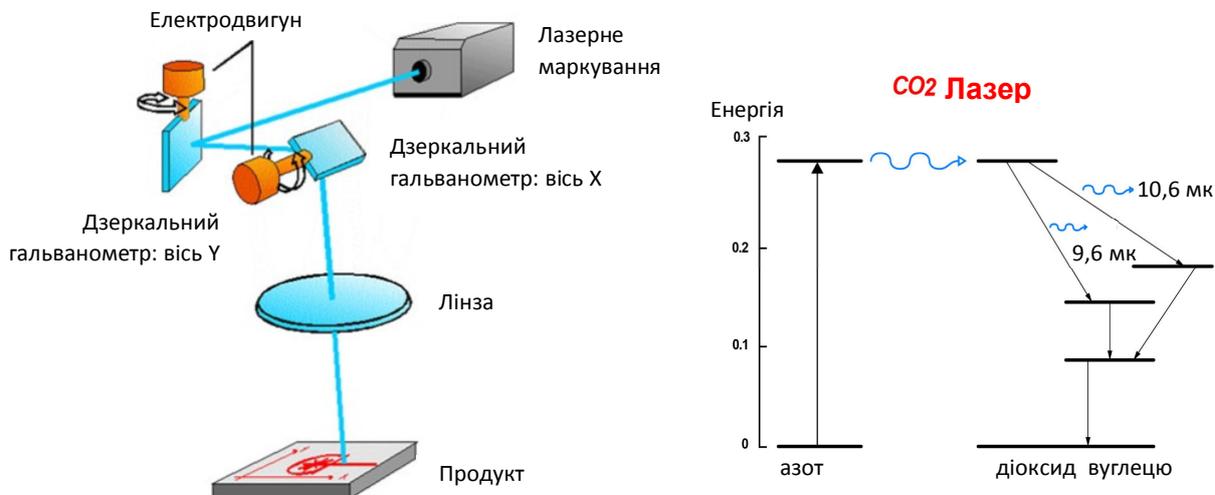


Рисунок 3 – Схема технології маркування вуглекислотним лазером

Лазерне маркування здійснювалось на полімерних матеріалах 5 типів: Акрил та двохшарових пластиках Plexiglas, Textures, Lasermax, Satins. Двохшарові полімерні матеріали містять верхній шар (добавки від 0-10% – бронза, діоксин титану, сульфат барію та інші) і основу (в залежності від виду пластика – акрил, АБС, стирол, поліетилакрилат та ін. Склад полімеру Акрил – 100% поліметилметакрилат (ПММА).

При виконанні експериментів потужність випромінювання змінювалася в інтервалі від 20 до 50 Вт, швидкість маркування від 0,75...1,2 м/с. Інші технічні параметри встановлювалися відповідно до паспортних даних комплексу.

Полімери для маркування лазером – це матеріали, які поглинають лазерне випромінювання і перетворюють його з світлової енергії в теплову. Оскільки більшість полімерів не мають поглинаючих властивостей при 1064 нм, фахівці використовують добавки і наповнювачі, які підсилюють зміну кольору (піроліз) при лазерній дії. Хімія матеріалів, за допомогою якої отримують висококонтрастне і кольорове лазерне маркування, є одночасно і мистецтвом, і наукою. В залежності від того, який необхідно отримати контраст при маркуванні, використовуються найрізноманітніші хімічні складки і лазерні параметри.

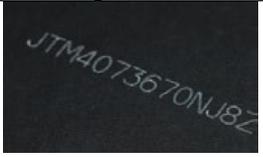
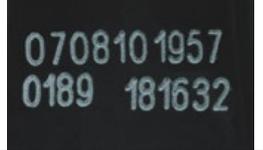
Лазерне маркування полімерів часто ґрунтується на ряді різноманітних лазерно-індукованих механізмів, таких як карбонізація і спінювання. Карбонізація – термохімічний процес, який дозволяє здійснювати маркування в темних кольорах. Спінювання – часткова деградація, яка створює бульбашки газу всередині матеріалу, розсіює світло і таким чином маркування відбувається в світлих кольорах. Змішування полімерів з домішками може покращити маркування, збільшивши абсорбцію і незначно змінивши хімічний склад маркувальної мітки.

Ефекти лазерного маркування можуть відрізнитися. Зміна кольору є результатом хімічної реакції під дією лазерного променя на матеріал. Також можливе гравіювання, стирання або видалення верхнього шару з поверхні для створення контрасту з підкладкою. Крім того, лазером може здійснюватися плавлення різних видів пластику для отримання заглибленої або випуклої поверхні. Ефекти лазерного маркування вказані в табл. 2.

Таблиця 2 – Ефекти лазерного маркування

	Ілюстрація	Опис	Матеріали	Приклад
Видалення верхнього шару з поверхні		Видалення верхнього шару матеріалу, зазвичай фарби, шляхом випаровування	Картон, пластик, скломаса	
Гравіювання		Більш глибоке видалення матеріалу, що створює заглиблення на поверхні	Пластик, метал	
Термічна обробка		Матеріал реагує на промінь лазера з певною довжиною хвилі, змінюючи структуру	Пластик	
Зміна кольору/відбілювання		Зміна кольору в місцях контакту лазера з поверхнею матеріалу	ПВХ, метал, пластик, фольга	

Продовження таблиці 2

	Ілюстрація	Опис	Матеріали	Приклад
Внутрішнє гравіювання		Видалення фарби з внутрішнього шару без впливу на верхній ламінований шар	Скло, плексиглас	
Утворення тріщин		Матеріал реагує на промінь лазера і на його поверхні з'являються мікротріщини	Скло	

На рис. 4 представлено графічні залежності глибини маркування від зміни потужності випромінювання від 20 до 50 Вт при швидкості маркування  $V=1,0$  м/с.

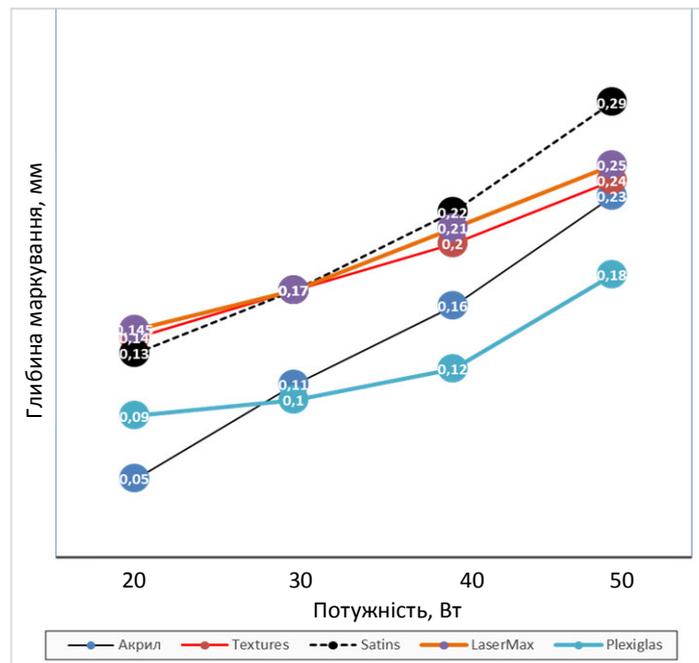


Рисунок 4 – Залежність глибини маркування від потужності випромінювання

Збільшуючи потужність випромінювання, глибина маркування для всіх матеріалів суттєво збільшується. При потужності 20 Вт полімерний матеріал LaserMax має глибину маркування 0,14 мм, а при потужності 50 Вт – 0,24 мм (різниця складає 0,1 мм). При маркуванні пластику Satins потужністю 20 Вт і 50 Вт різниця в глибині складає  $(0,29-0,13=0,16)$  мм).

При введенні електропровідних наповнювачів зростає теплопровідність полімерного матеріалу. На відміну від чистих полімерів в таких композиціях поряд з фонним, спостерігається і електронний механізм теплопровідності, характерний для провідників. Як видно із графіка, найбільша глибина маркування досягається у LaserMax, Satins і Акрилу. Це пов'язане з тим, що у верхньому шарі знаходяться металеві включення: у LaserMax – алюміній, технічний вуглець, бронза (теплопровідність складає  $0,22$ Вт/м·К), у Satins – діоксид титану, сульфат барію ( $0,24$ Вт/м·К). Акрил, який немає верхнього шару, але характеризується доброю провідністю ( $0,19$ Вт/м·К) – також добре гравіюється.

## Висновки

В результаті проведення експериментальних досліджень виявлено різноманітні ефекти лазерного маркування, а саме: видалення верхнього шару з поверхні, гравіювання, термічна обробка, зміна кольору/відбілювання, внутрішнє гравіювання, утворення тріщин. Визначення глибини маркування при зміні потужності випромінювання та швидкості маркування дозволило виявити механізм теплопровідності полімерних матеріалів. Виявлено, що при маркуванні полімерів при довжині хвилі лазера 1064 нм необхідно в їхній склад включати добавки і наповнювачі, які підсилюють зміну кольору (піроліз) при лазерній дії.

### Список літератури

1. Зачем нужна система маркировки Честный Знак? URL: <https://xn--80ajghhoc2aj1c8b.xn--p1ai/vopros-otvet/>.
2. Методы маркирования продукции. URL: <https://www.ebs-moscow.ru/stati/32>.
3. Притоцкий Е.М. Экспериментальные исследования по формированию цветности на поверхности металлов лазерным излучением / Е.М. Притоцкий, А.П. Притоцкая, А.А. Бурцев, М.А. Панков, О.Я. Бутковский, С.М. Аракелян // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. 2018. Т.18. №4 (116). С.581-587.
4. Влияние лазерной маркировки на коррозионную стойкость нержавеющей стали / Д.Л. Кончус, А.В. Сивенков, А.В. Михайлов, Е.И. Пряхин // Научно-технические ведомости СПбПУ. Естественные и инженерные науки. 2020. Т.26. №1. С.62-74. . URL: <https://xn--80akfo2a.xn--p1ai/2021/02/05/18934/>.
5. Chantal J., Hercberg S. Разработка новой системы маркировки пищевых продуктов на лицевой стороне упаковки во Франции: пятицветная шкала Nutri-Score // Панорама общественного здравоохранения. № 03 (04). P. 726-741. URL: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/325225>.
6. Лазерная маркировка овощей и фруктов. Часть 1. Экспериментальные исследования / А.В. Васянович, Ю.П. Мачехин, В.Ф. Гордус, В.В. Котельников // Прикладная радиоэлектроника: науч.-техн. журн. 2015. Т.14. №2. С. 189-193. URL: <http://openarchive.nure.ua/handle/document/6496>.
7. Маркування. URL: <https://www.vostok.dp.ua/ukr/infa1/marking/>.
8. Методы прямой маркировки деталей. URL: <https://global.videojet.com/wp-content/uploads/dam/pdf/Russia%20-%20Russian/Technical%20Guides/tg-methods-for-direct-part-marking-ru.pdf>.
9. Автоматизация маркировки на производстве. URL: <https://systemgroup.com.ua/ru/biznes-process/avtomatizaciya-markirovki-na-proizvodstve>.
10. Патент 38673 UA, МПК B23H 9/06. Спосіб електрохімічного маркування металів, що легко пасивуються / Кунтий О.І., Камінський Р.М., Грицик В.В., Мерцало І.П. (Україна). опубл. 15.05.2001.
11. Лазерные технологии, технологии оптики и фотоники. URL: <https://apr.moscow/content/data.pdf>.
12. Лазерная маркировка пластмасс. URL: [http://newchemistry.ru/letter.php?n\\_id=1131](http://newchemistry.ru/letter.php?n_id=1131).

УДК 004.021, 004.42:004.62

## ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ТЕПЛОВИХ КАРТ ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ ЮЗАБІЛІТІ САЙТІВ

**Зелений О.П.**

к.т.н., ст. викладач, кафедра «Медіасистеми та технології»,  
Харківський національний університет радіоелектроніки

**Ткаченко В.П.**

к.т.н., професор, кафедра «Медіасистеми та технології»,  
Харківський національний університет радіоелектроніки

**Дейнеко Ж.В.**

к.т.н., доцент, кафедра «Медіасистеми та технології»,  
Харківський національний університет радіоелектроніки

***Анотація.** У даній роботі пропонується використання мотиваційних маркерів, які базуються на формуванні об'єктивної картини динаміки продажів обраного товару за певний період часу. Візуалізація маркерів реалізується за принципом побудови теплових карт, коли певним числовим діапазоном ставиться у відповідність кольорова смужка, кольори якої асоціюються з темпами продажів. В ході роботи розглянуто сучасні інструменти для створення теплових карт, запропоновано підхід щодо створення мотиваційних маркерів за принципами візуалізації теплових карт, розглянуто варіанти дизайну мотиваційних маркерів та надано методичні рекомендації щодо їх практичного застосування.*

***Ключові слова:** ЮЗАБІЛІТІ САЙТУ, ТЕПЛОВІ КАРТИ, КОНВЕРСІЯ САЙТУ, ІНТЕРФЕЙС, ІНТЕРНЕТ-РЕСУРС, ІНФОРМАЦІЙНИЙ МАРКЕР.*

### **Вступ**

Останнім часом висока конкуренція в Інтернет-середовищі призвела до того, що власникам web-ресурсів необхідно постійно генерувати нові ідеї, щодо покращення юзабіліті своїх сайтів, та впроваджувати різні трендові заходи для забезпечення необхідного рівня їх конверсійності. При цьому, традиційно доводиться мінімізувати витрати на впровадження нововведень, стежити за їх реальною ефективністю, і піклуватися про прибуток свого бізнесу. Для того, щоб розуміти, від якої саме ідеї буде більше користі, необхідно, по-перше, детально планувати цей процес, а по-друге, проводити постійний моніторинг ефективності функціонування інтернет-ресурсів на всіх стадіях процесу їх вдосконалення [1, 2, 5].

Чим вище юзабіліті, тим вище якість сайту, тим простіше і швидше відвідувач може досягти своєї мети – наприклад, зробити замовлення, знайти необхідну інформацію, купити бажаний товар, і тим самим покращити конверсію сайту. Зручність сайту у використанні, тобто юзабіліті є критично важливою характеристикою за однією простою причиною – якщо клієнту незрозуміло, як працює сайт, якщо він не знаходить необхідну інформацію або в якийсь момент

втрачає розуміння принципів здійснення подальших дій, він залишить сайт, нічого не замовивши та не придбавши, а конверсія сайту від цього не зросте. Погане юзабіліті – це низька конверсія, втрата клієнтів і, як наслідок, втрата прибутку.

За останній час, в умовах карантину, значно зросла кількість інтернет-магазинів та послуг, які можна замовити в мережі Інтернет. Основною метою будь-якого інтернет-магазину є залучення більшого числа потенційних покупців і отримання більшої кількості продажів. І одним з перевірених і надійних способів підняти продажі є поліпшення юзабіліті інтернет-магазину.

Створити інтернет-магазин з привабливим дизайном важливо, але набагато важливіше – зручний інтерфейс і комфортність роботи з сайтом. Можливість повідомляти про майбутні акції, знижки та інших маркетингових заходах, можливість орієнтувати користувача в інформаційному просторі сайту і скорочувати час для ухвалення рішення. Багато відвідувачів не схильні витратити зусилля, вони скоріше залишать сайт ніж будуть щось аналізувати. Тому, необхідно підказати або натякнути, якимось чином підвести відвідувача сайту до необхідного вибору та перетворити його із відвідувача у покупця або споживача товару чи послуги.

### **Мета та задачі дослідження**

Для підвищення юзабіліті сайтів застосовуються певні технології, розробка яких ведеться дуже давно, але до теперішнього часу немає чіткого розуміння як покращити та спростити пошук необхідних товарів для користувача Інтернет-ресурсів, збільшити кількість продажів та тим самим підняти конверсію сайту. Тому, питання зацікавленості користувача у представленому на сайті товарі або послуги є першочерговим. Для більшості комерційних сайтів стоїть завдання спонукати користувача до активних конверсійних дій, тобто перетворити відвідувачів на покупців. Якщо відвідувачі не виконують очікуваних дій, необхідно об'єктивно крім аналізу цінової політики та асортименту товарів, оцінити юзабіліті сайту, його спроможність зручно й безперешкодно доводити відвідувача до конверсійних дій.

Метою цієї роботи є покращення юзабіліті сайтів, і як наслідок, їх конверсії, за допомогою використання мотиваційних маркерів, побудованих на технології теплових карт. Можна припустити, що додавання на сторінку з однотипним товаром мотиваційних маркерів дозволить користувачеві швидше орієнтуватися в безлічі запропонованих варіантів і більш усвідомлено зробити вибір спираючись на додаткову інформацію про динаміку продажів. Практичне значення роботи полягає у можливості застосування мотиваційних маркерів для скорочення часу на прийняття рішення щодо виконання конверсійних дій.

Мета роботи обумовила необхідність вирішення наступних задач:

– проаналізувати предметну область та сучасні дослідження у галузі юзабіліті сайтів;

- розглянути сучасні технології «теплових карт» та проаналізувати основні принципи їх побудови;
- розглянути та проаналізувати основні принципи побудови сторінок комерційних сайтів;
- обґрунтувати математичні методи обробки отриманих за допомогою аналітики, даних та реалізувати алгоритм оцінювання;
- виконати візуальний аналіз отриманих наборів даних за результатами аналітики сайту;
- розробити основний вигляд мотиваційних маркерів, які відображають динаміку продажів у різні часові періоди та принцип їх побудови;
- виконати оцінку юзабіліті сайту, що використовує запропоновані мотиваційні маркери.

## **Основна частина**

### *Аналіз предметної області та постановка задачі дослідження*

Загальновідомо, що кінцевою метою будь-якого комерційного сайту є збільшення числа конверсій. На це впливає дуже багато факторів: цінова політика сайту, асортимент товару, наявність акцій, програм лояльності, позиції просування сайту у інтернет-середовищі, популярність (розкрученість) самого товару та багато інших [6, 7, 9]. Через високу конкурентність комерційних сайтів, одним з найвпливовіших чинників на конверсійність сайту вважається його юзабіліті – зручність користування. Чим вище юзабіліті, тобто, чим зрозуміліший і простіший його інтерфейс, тим швидше відвідувач може зробити замовлення, знайти потрібну інформацію, здійснити купівлю, тобто виконати конверсійну дію. Високий рівень юзабіліті скорочує шлях до конверсії.

У юзабіліті є й зворотна сторона – якщо клієнту не зрозуміло, як працює сайт, як знайти необхідний товар та як здійснити вибір серед аналогічних товарів, якщо він не знаходить швидко необхідну кнопку (наприклад, кнопку «Купити» або «Замовити»), або взагалі не розуміє що робити далі, він просто залишить сайт, нічого не придбавши, бо на нього чекає ще ціла купа сайтів – конкурентів зі списку пошукової видачі на сторінці Google.

Таким чином, низький рівень юзабіліті – це низька конверсія, втрата клієнтів і, як наслідок, втрата прибутку.

Одним з важливих компонентів поведінки відвідувачів комерційного сайту є фаза прийняття рішення на основі вибору із множини запропонованих альтернатив. Сучасні інтерфейси інтернет-магазинів побудовані за принципом «воронки продажів», тобто таким чином, що на будь-якому рівні пошуку товару відвідувач має певну кількість альтернативних варіантів для вибору. І ця кількість варіантів з кожним уточненням пошуку зменшується. Крім об'єктивних характеристик товару, відвідувачу пропонуються також певні маркетингові характеристики, які повинні спонукати його до фінального вибору. Це, наприклад, використання таких маркерів, як «Топ продажів», «Товар неділі»,

«Товар місяця», «Товар зі знижкою» та інші. Ці маркери працюють, але вони є чисто маркетинговим інструментом і, як правило, спрямовані на вирішення тактичних маркетингових завдань, тобто не завжди відповідають дійсності.

Пропонується використання «чесного» мотиваційного маркеру нового типу, який базується на формуванні об'єктивної картини динаміки продажів даного товару за певний минулий період. Користувачеві надається інформація про хронологію і динаміку продажів саме цього товару за останні  $N$  днів у вигляді кольорової смужки. Візуалізація цього маркеру реалізується за принципом побудови теплових карт, коли певним цифровим діапазнам ставиться у відповідність кольорова гама. Відповідно, користувач сайту сприймає числовий набір даних про динаміку продажів товару у вигляді кольорової смужки – маркеру, який інформує про спад чи зростання продажів через кольорові градієнтні переходи у діапазоні від синього до помаранчевого та далі до червоного кольору. Така послідовність переходу свідчить про зростання продажів, а перехід у зворотньому напрямі – означає тенденцію падіння продажів. Такий метод візуалізації наборів даних має значно прискорити процес порівняння показників продажу товарів і має бути додатковим мотиватором для вибору серед запропонованих альтернатив.

Предметом дослідження є вивчення та аналіз впливу додаткових мотиваційних маркерів на здійснення конверсійних дій відвідувачами сайтів. Об'єктом дослідження є сучасні комерційні сайти.

Гіпотеза дослідження базується на припущенні, що додавання мотиваційних маркерів до інформаційних блоків із зображеннями товарів на сторінках комерційних сайтів, дозволить користувачеві швидше орієнтуватися у множині запропонованих альтернативних варіантів і більш усвідомлено робити вибір, спираючись на інформацію маркерів про динаміку продажів.

#### *Основні критерії оцінювання юзабіліті сайту*

Юзабіліті сайту (Usability) – це властивість web-сайту бути придатним до використання, визначає загальну ступінь зручності розробленого сайту при використанні. Чим якісніше юзабіліті, тим популярніший сайт, тим більший трафік, а відповідно, вища видача в пошукових системах, тим краще продається продукт, – все взаємопов'язано [2-4]. Низький рівень юзабіліті, відповідно, зменшує відвідуваність сайту. Однак, це абсолютно не означає, що цей сайт не містить хорошого контенту. Навпаки, контент може бути цікавим, корисним, а юзабіліті – низьким. Наприклад, цікава інформація знаходиться на сторінці багаторівневого меню з невиразною назвою, дістатися до якої ні в один, ні в два кліка ніяк не вийде. Або інформація цікава, але розташована так, що прочитати її не можливо.

Юзабіліті вважається високим, якщо вперше потрапивши на сайт, клієнт відразу ж розуміє, як ним користуватися. Ще одна ознака зручності сайту: клієнт, потрапивши на сайт вдруге, без проблем запам'ятовує основні його елементи та їх взаєморозташування, та легко орієнтується на ньому. Третя ознака більше з

розряду психології, але так само важлива: користувачеві повинно бути приємно користуватися сайтом. Як критерій хорошого юзабіліті можна вважати і відсутність помилок. Це особливо важливо, коли мова йде про великі розгорнуті портали з вимогами реєстрації, заповнення анкет, інтерактивними опитуваннями, іграми. У цьому відношенні сайти з іграми особливо показові: клієнт, зайшовши на сайт і не зрозумівши, як грати, з чого починати, зробивши декілька спроб, покине сайт.

Контент з хорошим юзабіліті – це грамотно написаний текст, який цікавий користувачу, якісні фотографії, унікальні малюнки, діаграми, які можна прочитати та розшифрувати. З точки зору змісту сайт повинен бути корисним, тільки в цьому випадку відвідувач повернеться сюди. Багато термінів «юзабіліті» відносять в першу чергу до форми – тобто до структури та оформлення сайту, зручності розташування сторінок, зручності меню, використання кнопок, банерів та інших елементів. Покращувати юзабіліті можна постійним тестуванням сайту реальними користувачами, веденням обліку, чим і займаються професійні розробники сайтів, аудитори та оптимізатори.

Поняття юзабіліті охоплює всі аспекти побудови сайту: зрозумілість структури, зручність розташування та доступність контенту, зрозумілість елементів інтерфейсу і способів навігації по сторінках ресурсу.

Важливим чинником є також здатність орієнтування відвідувача на сторінках ресурсу серед великої кількості артефактів, що можуть його оточувати. Коли йдеться про пошук якогось товару, сучасні способи орієнтування базуються на певних рейтингових оцінках, які звужують коло пошуку для користувача. Ми знаємо ці маркетингові хитрощі, такі як, наприклад: «товар тижня», «хіт продажів» тощо. Ці методи дійсно працюють, але це суто маркетингові інструменти за якими, як правило, не стоїть об'єктивна реальність, а стоять задачі маркетологів.

Більш цікавими могли би стати маркери, побудовані на реальних статистичних даних з продажу товарів, здатні на образному сприйнятті інформації зорієнтувати відвідувача і спростити його вибір. Такі дані могли б надавались не у вигляді графіків або таблиць, а у вигляді, наприклад, кольорових смужок, за принципом теплових карт, які б відображали динаміку продажу товару за певний період.

#### *Використання технології теплових карт при аналізі сайтів*

Технологія теплових карт у WEB-середовищі в основному застосовується для аналізу поведінки та дій користувачів на веб-сторінках з метою аналізу та підвищення їх юзабіліті [5, 6].

Метод теплових карт є зручним інструментом для візуалізації зон активності інтерфейсу, що дозволяє покращити розташування елементів інтерфейсу, покращити його якість та зручність взаємодії з користувачем і, відповідно, покращити юзабіліті сайту.

Теплові карти допомагають краще зрозуміти поведінку відвідувачів на сайті. Це інструмент, який показує, в яких зонах сайту зосереджується найбільша увага відвідувачів і їх основна активність. Це відмінна можливість подивитися на сайт очима користувачів і оцінити слабкі місця тієї чи іншої сторінки сайту. Саме, теплові карти краще за інших аналізаторів здатні виявляти вразливі місця в юзабіліті і надавати об'єктивну інформацію для оцінювання якості внутрішньої оптимізації сайту [2].

За таким самим принципом можна візуалізувати різні набори даних, зіставляючи певному значенню чітко визначений відтінок кольору. Такий метод дозволяє надати будь-який набір даних у формі, зручній для візуального аналізу. Якщо одного діапазону кольору недостатньо, можна використовувати два або три кольори для візуалізації всього діапазону значень, розбивши його на два або три інтервали, наприклад, діапазони «Низьких», «Середніх» і «Високих» значень.

#### *Використання теплових карт у сучасному web-дизайні*

Теплові карти (heatmaps) користуються неймовірною популярністю у сучасних UX-дизайнерів. Сама теплова карта – це графічне представлення даних, при якому окремі значення що містяться в матриці представлено у вигляді кольорів. Фрактальні та деревовидні карти часто використовують подібні системи кодування кольорів для представлення значень, яких набуває змінна в ієрархії [13, 14]. Термін «Теплова карта» (heatmap) був запропонований розробником програмного забезпечення Кормаком Кінні (Cormac Kinney) в 1991 році для двовірної візуалізації даних з фінансових ринків, що поступають на монітори у реальному часі [8, 10]. Згодом стало очевидно, що даний інструмент можна застосовувати набагато ширше [11, 12].

Теплові карти дійсно дозволяють надавати інформацію у максимально наочній формі. Вся складність полягає в реалізації потенціалу цієї інформації. Щоб витягти з теплової карти користь, її необхідно правильно інтерпретувати. А це найчастіше дуже непросто. Більшості програмних продуктів, що використовують технологію теплових карт, для коректного аналізу сайтів, потрібно значний обсяг додаткової інформації про структуру сайту.

На теперішній час існують різні види теплових карт:

- мережні теплові карти використовуються для відображення областей веб-сторінки, на які найбільш часто звертають увагу відвідувачі. Такі карти часто використовуються разом з іншими формами веб-аналітики та інструментами відтворення сесій;

- біологічні теплові карти зазвичай використовуються в молекулярній біології для представлення рівнів вираження певних генів у ряді порівнюваних зразків, наприклад, клітин в різних станах, зразків від різних пацієнтів;

- деревовидні карти з двовимірним ієрархічним розбиттям даних, які застосовують принцип візуалізації даних такий самий як у теплових картах.

Теплова карта кліків сайту – це інструмент, який використовує палітру кольорів для візуалізації активності користувачів на сторінці сайту. Теплова карта накладається на відповідну WEB – сторінку і віддзеркалює різними забарвленнями зони на сторінці де саме і наскільки інтенсивно клікають користувачі. Слово «тепло» у інтерпретації карти характеризує ступінь активності відвідувачів сайту – чим більша активність, тим «тепліше» буде колір даної зони. Зазвичай, надається два варіанти для аналізу даних: їх можна переглянути у формі кількості кліків у відповідних зонах сторінки, або у вигляді карти, тобто зони активності будуть проілюстровані певним кольором.

Теплові карти кліків (рис. 1) – зазвичай реалізуються як онлайн-сервіс, який відстежує поведінку користувачів на сторінці сайту у реальному часі. При цьому реєструються місця, позиції наведення курсору миші, прокрутка сторінки. Інструмент дозволяє повністю прослідкувати маршрут переміщення миші і операції, виконані за її допомогою. Досвідчені маркетологи, фахівці з UX інтерфейсів та фахівці з SEO використовують ці інструменти для аналізу поведінки користувачів. Побудову теплових карт можна здійснити за допомогою різноманітних аналітичних сервісів, розміщених в Інтернеті, таких як: Plerdy, CrazyEgg, Sessioncam, Hotjar, Inspectlet, Heatmap, Mouseflow, Yandex.Metrix, та інші. Деякі з цих сервісів мають безкоштовний пробний варіант, проте повнофункціональне їх використання є платним.



Рисунок 1 – Приклад теплової карти сайту

### *Дослідження за результатами аналітики сайту*

Сучасний інтернет-магазин – це інтерактивний веб-сайт, що рекламує товар або послугу, приймає замовлення на покупку, пропонує користувачеві вибір варіанту розрахунку і виписує рахунок на оплату. Інтернет-магазини створюються із застосуванням систем управління контентом сайтів, оснащених необхідними модулями [6, 10].

Інтернет-магазин необхідно розглядати як електронний Web-каталог, що демонструє та здійснює продаж товарів та послуг в інтерактивному режимі і є одним зі складових елементів системи електронної торгівлі, яка діє на підприємстві [2]. В цьому розумінні можна стверджувати, що електронний магазин є реалізованим комерційним представництвом певного суб'єкта

господарювання в мережі Інтернет з метою забезпечення продажу товарів та надання послуг користувачам даної мережі.

Розглянемо до прикладу інтернет-магазин невеличкої комерційної фірми «СварМаркет», яка займається зокрема, реалізацією апаратів для зварювання. На сторінках магазину розміщені каталоги зварювальних апаратів, різноманітних виробників і характеристик серед яких можна нескінченно довго обирати, розглядаючи картинки і порівнюючи технічні характеристики. Інколи дуже складно зробити вибір із декількох рівноцінних пропозицій – не вистачає аргументів. Це займає досить багато часу і часто потенційний покупець залишає сторінки сайту так нічого і не обравши.



Рисунок 2 – Каталог продукції сайту «СварМаркет»

Саме у процесі безпосереднього вибору об'єкту для купівлі, коли потенційний клієнт є максимально «розігрітим» але не може прийняти фінальне рішення щодо того яку саме модель обрати, необхідно надати додаткову мотивацію не пов'язану з властивостями цього товару. Повинна з'явитись якась додаткова цінність. І такою цінністю може бути порівняльна інформація щодо попиту серед моделей-претендентів. Саме ця інформація сприяє тому, щоб відвідувач зробив останній крок до купівлі. При цьому, цей крок базується не на емоціях, а на прагматичності, тобто здається найбільш обгрунтованим. Тобто, пропонується поруч з товаром показувати інформацію про динаміку попиту на нього.

Внутрішніми сервісами інтернет-магазину компанії «СварМаркет» щодобово ведеться детальний підрахунок різноманітних конверсійних дій відвідувачів сайту для кожної товарної позиції, зокрема, фіксуються дані про щоденну кількість продажів. В результаті збирається велика кількість даних, які є ні чим іншим як часові ряди. Теорія і моделі часових рядів досить добре досліджені і представлені у літературі [11, 12], зокрема досить поширене застосування цих математичних моделей для аналізу економічних або

фінансових процесів [12-14]. У цій роботі методи аналізу часових рядів у поєднанні з методами візуалізації даних на принципах теплових карт застосовуються у сфері маркетингу для побудови мотиваційних маркерів при представленні товарів на сторінках інтернет-магазинів.

### *Поняття часового ряду*

Часовий ряд визначається як послідовність значень вимірювань виконаних у певні моменти часу. Використання часової шкали до якої прив'язані моменти вимірювань принципово відрізняють часовий ряд від випадкової вибірки статистичних даних [11, 12]. Структура будь якого часового ряду базується на двох часових сегментах: загальному часовому відтинку і внутрішньому інтервалі. Власне, загальний період утворюється послідовністю внутрішніх інтервалів, всередині яких здійснюються вимірювання [13]. Таким чином, часовий ряд є впорядкований за інтервалами набір значень вимірювань.

У теорії визначається два головних аспекти досліджень часового ряду.

1. Визначення його структури (природи, закономірностей).
2. Прогноз майбутніх значень на базі минулих вимірювань.

Перший аспект необхідний для формалізації та побудови математичної моделі часового ряду, яка має бути інструментом для вирішення задач другого аспекту – прогнозування значень цього ряду для майбутніх інтервалів.

Часові ряди розрізняють за наступними класифікаційними ознаками.

1. За часовими параметрами – рівновіддалені і нерівновіддалені. Рівновіддаленими називають часові ряди у яких вимірювання здійснюються через однакові проміжки часу, тобто ряди які мають фіксований внутрішній інтервал. Для нерівновіддалених рядів інтервал не є фіксованим.

2. Моментні та інтервальні ряди. Для моментних рядів значення встановлюються у певні точкові моменти часу, у той час як для інтервальних рядів – використовуються значення, які характеризують інтервал у цілому. Це можуть бути усереднені значення вимірювань, сумарні, або у вигляді певних рівнів.

2. За розмірністю значень – одномірні, багатомірні часові ряди.

3. За формою представлення отриманих вимірювань – часові ряди можуть містити абсолютні, відносні або середні значення вимірюваних показників.

4. За повнотою – ряди можуть бути повними і неповними. Повні ряди не мають пропущених значень на інтервалах. У неповних рядах деякі інтервали можуть не мати значень.

5. За випадковістю процесу, що досліджується ряди поділяються на випадкові і не випадкові (детерміновані). Випадковий ряд, на відміну від детермінованого, є віддзеркаленням певного випадкового процесу.

6. Стаціонарні і нестационарні часові ряди. Для стаціонарних рядів характерні постійність середніх значень і дисперсій вимірюваних величин.

Часові ряди з даними про щоденну кількість продажів по кожній товарній позиції за певний період часу, наприклад за місяць, відносяться до категорії

рівновіддалених, інтервальних, одномірних, випадкових нестационарних рядів. При цьому, для зменшення впливу випадкових пікових відхилень у ту чи іншу сторону, повинен бути застосований один із методів згладжування даних – метод ковзного середнього або медіанного згладжування.

#### *Методи згладжування наборів даних*

Згладжування завжди включає певний спосіб локального усереднення даних, при якому несистематичні значення вимірювань взаємно компенсують одне одного.

Загальним методом згладжування є метод ковзного середнього, коли кожен член часового ряду замінюється простим або зваженим середнім  $n$  сусідніх членів, де  $n$  – ширина «вікна» [7]. Замість середнього можна використовувати медіану значень, що потрапили у вікно. Основна перевага медіанного згладжування, в порівнянні з згладжуванням ковзним середнім, полягає в тому, що результати стають більш стійкими до можливих викидів (всередині вікна). Таким чином, якщо в даних є випадкові несистематичні викиди, то згладжування медіаною зазвичай призводить до більш гладких або, принаймні, більш «надійних» кривих, в порівнянні зі змінним середнім з тим же самим вікном. Основний недолік медіанного згладжування в тому, що при відсутності явних викидів, він призводить до більш «зубчастих» кривих (чим згладжування ковзним середнім) і не дозволяє використовувати вагові коефіцієнти.

Обчислення середнього значення для кінцевого набору даних є загальновідомим. Медіанне значення обчислюють наступним чином. Нехай є набір даних  $\{x_i\}$ ,  $i = 1 \dots N$ . Спочатку дані ранжують (впорядковують за зменшенням). Далі, якщо кількість значень непарна, медіанним значенням вважається центральне значення набору даних, номер якого визначається за формулою:

$$N_{Me} = \frac{N+1}{2},$$

де  $N_{Me}$  – номер медіанного значення,

$N$  – кількість значень у наборі даних,

Медіана позначається, як  $Me = x_{\frac{N+1}{2}}$ .

Коли кількість даних парна, після впорядкування маємо два центральних значення. У такому випадку береться середнє арифметичне із двох центральних значень:

$$Me = \frac{x_{\frac{N}{2}} + x_{\frac{N}{2}+1}}{2}.$$

Ковзне середнє (MovingAverage, MA) є найбільш поширеною методикою згладжування. Це загальна назва для сімейства функцій, значення яких у кожній точці дорівнюють середньому значенню вихідної функції за попередній період [7, 14]. У випадку рівновіддаленого, інтервального, одномірного часового

ряду, ковзне середнє обчислюється наступним чином. Цей метод являє собою спеціальний метод згладжування показників. У загальному випадку формула виглядає так:

$$f_k = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^N x_{t_{k-i}},$$

де  $f_k$  – прогноз характеристики на момент часу  $t_k$ ;

$N$  – число попередніх моментів часу, які використовуються при розрахунку;

$x_{t_{k-i}}$  – реальне значення показника в момент часу  $t_{k-i}$ .

Метод зваженого ковзного середнього – є природним розширенням методу простого змінного середнього. У ньому враховується те, що дані за минулі періоди часу впливають на можливі зміни неоднаково. Для цього вводиться поняття «вага». Зручно в якості ваги брати частки, що демонструють ступінь впливу даних вхідного часового ряду в залежності від прогнозованих. В цьому випадку їх сума, очевидно буде дорівнювати одиниці. Формула для розрахунків така:

$$f_k = \frac{\sum_{i=1}^N w_{k-i} x_{k-i}}{\sum_{i=1}^N w_{k-i}},$$

де  $w_{k-i}$  – вага, з яким показник  $x_{k-i}$  використовується в розрахунках.

При зваженому ковзному вихідні значення ряду будуть замінюватися на середині, обчисленні по вікну, взяті з деякими вагами, що відображають внесок члена ряду в які подаються нею закономірності досліджуваного процесу.

Просте ковзне середнє, яке визначається як середнє арифметичне значення, обчислюється за такою формулою, за умови що  $m$  – непарне число:

$$y_t = \frac{1}{m} \sum_{i=t-p}^{t+p} y_i,$$

де  $y_i$  – фактичне значення  $i$ -го рівня;

$m$  – число рівнів, що входять в інтервал згладжування – поточний рівень ряду динаміки;

$i$  – порядковий номер рівня в інтервалі згладжування;

$p$  – при непарному  $m$  має значення  $p = (m - 1) / 2$ .

Інтервал згладжування, тобто число рівнів  $m$ , визначають за такими правилами. Коли необхідно згладити незначні, безладні коливання, інтервал згладжування беруть великим, якщо ж потрібно зберегти більше незначних коливань і звільнитися лише від випадкових значних викидів – інтервал згладжування зазвичай зменшують.

Отже, завдяки цьому методу можна з'ясувати середню кількість користувачів сайту, середню кількість продажів товарів, кількість кліків при виборі того, чи іншого товару та інші показники конверсійних дій за будь-який інтервал часу. Якщо, існує комерційний сайт зі сторінкою продукції – (груп товару, об'єкту), які є об'єктом інтересу користувача або груп користувачів. У такому випадку головною

дією, на яку необхідно спонукати користувача – це виконати цю дію (конверсію/мікроконверсію) – наприклад, відправка самого товару у корзину, підписка на новинний канал, оплата самого заказу.

Нехай дано часовий ряд  $P = \{p_i\}$ , із  $w$  елементів, де  $i = 1 \dots w$ . Введемо  $m$  – вікно згладжування ( $m < w$ ).

Елементи вторинного (згладженого на інтервалі  $m$ ) набору даних  $\bar{P}_m = \{\bar{p}_i\}$  обчислюються за формулою:

$$\bar{p}_i = \frac{1}{m} \sum_{j=i-m+1}^i p_j, \quad i = m, m+1, \dots, w-m+1.$$

Очевидно, що отриманий вторинний набір даних містить  $w-m+1$  елементів. Розмір вікна згладжування ( $m$ ) підбирається експериментальним шляхом. Графічна інтерпретація ковзного середнього наведена на рис. 3.

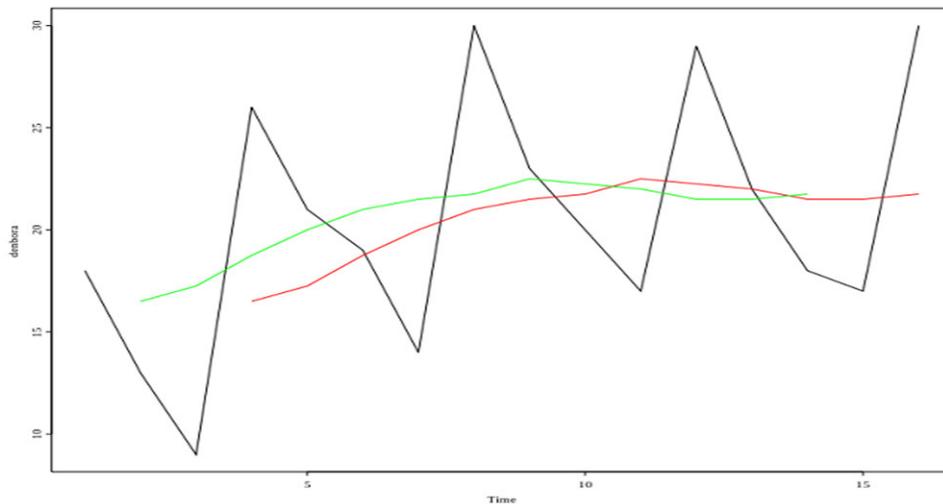


Рисунок 3 – Графіки первинного набору даних і ковзного середнього

Медіаною і ковзним середнім методи згладжування не вичерпуються. Для випадків, коли помилки вимірювань можуть бути дуже значними, застосовується метод найменших квадратів, зважених відносно відстані, або метод від'ємного експоненціального зваженого згладжування, а також інші, більш складні методики. Всі ці методи відфільтровують несистемні значення (наприклад, похибки вимірювань), що дозволяє перетворити отримані дані у відносно гладку криву лінію.

Розглянемо приклад практичного застосування методу згладжування ковзним середнім реального набору даних, отриманих за місячний період аналітикою сайту «СварМаркет». Відповідні дані наведені у табл. 1 (стовпчик 2). За цими даними підраховано ковзні середні значення на інтервалах згладжування у 2, 3 та 5 днів, відповідно (стовбці 3-5). Знайдено також абсолютне і відносне відхилення згладжених часових рядів від первинного часового ряду (стовбці 6-8 та 9-11). Побудовано графіки первинних значень кількості продажів: у даному випадку – по окремій товарній позиції та згладжені графіки для різних значень вікна згладжування.

Таблиця 1 – Ковзне середнє, абсолютне та відносне відхилення

Дата	Кількість продажів	Ковзне середнє			Абсолютне відхилення			Відносне відхилення, у %		
		за 2 дні	за 3 дні	за 5 днів	за 2 дні	за 3 дні	за 5 днів	за 2 дні	за 3 дні	за 5 днів
04.08.20	26									
05.08.20	50									
06.08.20	45	38								
07.08.20	32	47,5	40							
08.08.20	28	38,5	42							
09.08.20	30	30	35	36,2	0	5	6,2	0,00	16,67	20,67
10.08.20	50	29	30	33,75	21	20	16,25	42,00	40,00	32,50
11.08.20	30	40	36	35	10	6	5	33,33	20,00	16,67
12.08.20	45	40	37	34,5	5	8	10,5	11,11	18,52	23,33
13.08.20	30	37,5	42	38,75	7,5	12	8,75	25,00	38,89	29,17
14.08.20	26	37,5	35	38,75	11,5	9	12,75	44,23	34,62	49,04
15.08.20	34	28	34	32,75	6	0	1,25	17,65	0,98	3,68
16.08.20	37	30	30	33,75	7	7	3,25	18,92	18,92	8,78
17.08.20	25	35,5	32	31,75	10,5	7	6,75	42,00	29,33	27,00
18.08.20	27	31	32	30,5	4	5	3,5	14,81	18,52	12,96
19.08.20	30	26	30	30,75	4	0	0,75	13,33	1,11	2,50
20.08.20	40	28,5	27	29,75	11,5	13	10,25	28,75	31,67	25,63
21.08.20	30	35	32	30,5	5	2	0,5	16,67	7,78	1,67
22.08.20	25	35	33	31,75	10	8	6,75	40,00	33,33	27,00
23.08.20	32	27,5	32	31,25	4,5	0	0,75	14,06	1,04	2,34
24.08.20	29	28,5	29	31,75	0,5	0	2,75	1,72	0,00	9,48
25.08.20	25	30,5	29	29	5,5	4	4	22,00	14,67	16,00
26.08.20	24	27	29	27,75	3	5	3,75	12,50	19,44	15,63
27.08.20	28	24,5	26	27,5	3,5	2	0,5	12,50	7,14	1,79
28.08.20	27	26	26	26,5	1	1	0,5	3,70	4,94	1,85
29.08.20	25	27,5	26	26	2,5	1	1	10,00	5,33	4,00

Як у таблиці, так і на рис. 4 значення ковзного середнього розпочинаються пізніше, ніж значення первинного часового ряду. Це пояснюється тим, що обчислення згладженого значення здійснюється з використанням значень спостережень, що вже відбулися в межах вікна згладжування, тобто не може бути отримане раніше, ніж останнє значення цього інтервалу буде зафіксоване.

Проте, лінії згладжених графіків виглядають більш плавними (рис. 5).

При розрахунку відхилень брали однакове число спостережень, щоб провести Результати порівняльного аналізу похибок шляхом зіставлення середньоквадратичних відхилень показали, що середньоквадратичне відхилення графіку з вікном згладжування 5 днів дає мінімальну похибку прогнозування порівняно з вікнами 2 і 3. Ці значення для вікон згладжування 2, 3 і 5 дорівнюють відповідно: 7,92; 7,41 і 6,68. Тому, для часового ряду рекомендоване значення вікна згладжування – 5. Аналогічно визначається ширина вікна згладжування для кожної товарної позиції. Це дозволяє нівелювати вплив поодиноких значних відхилень від середньостатистичних показників продажів товару.

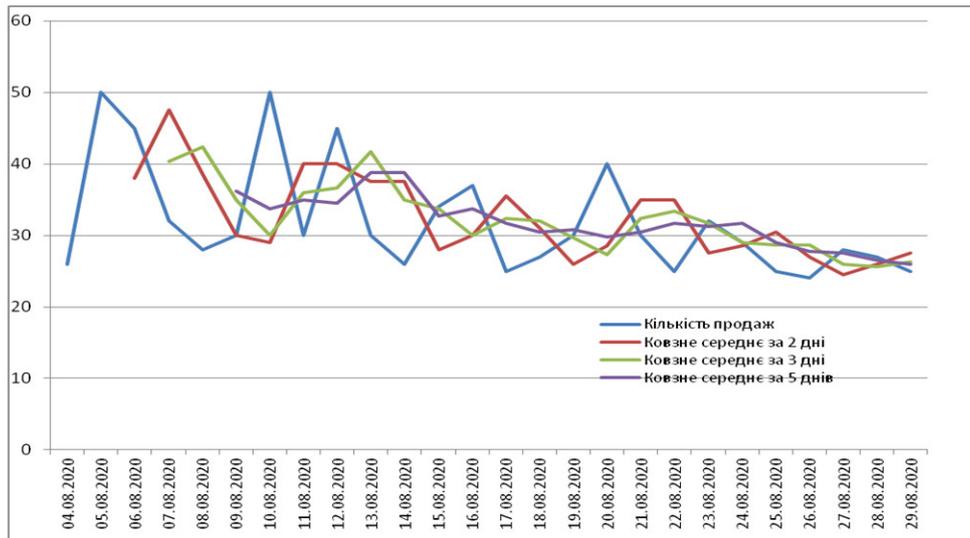


Рисунок 4 – Графіки з вікнами згладження 2, 3 і 5 днів

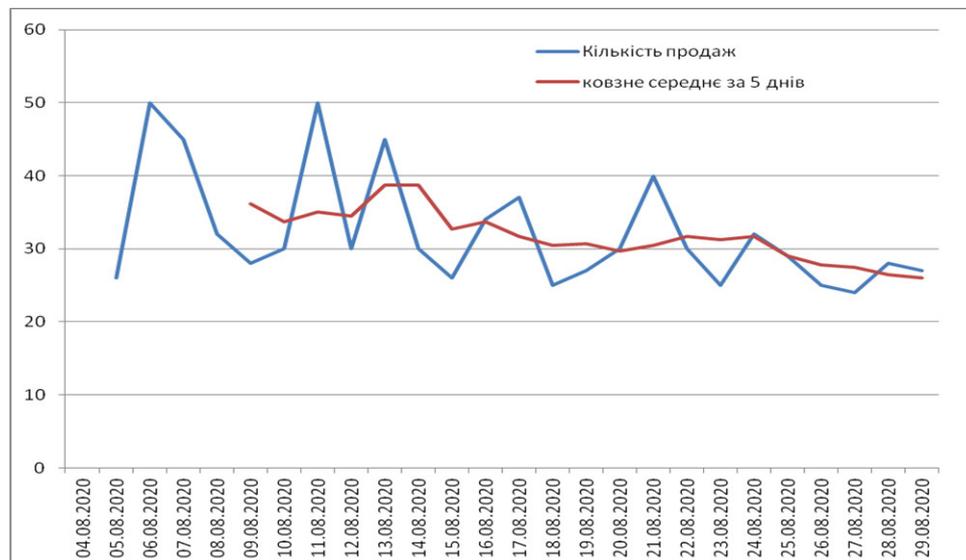


Рисунок 5 – Вихідний ряд кількості продажів та згладжений часовий ряд за методом ковзного середнього з вікном згладжування 5

### *Використання мотиваційних маркерів для покращення конверсії сайту*

Основний принцип, закладений у всіх сферах застосування теплових карт – це інтерпретація різних значень за допомогою кольору, що за задумом повинно забезпечувати більш високий рівень наочності і прискорювати процес аналізу на підсвідомому рівні. Метод теплових карт, дійсно, є досить зручним інструментом, зокрема, для візуалізації зон активності інтерфейсу, що дозволяє поліпшити розташування елементів інтерфейсу, його якість і зручність взаємодії з користувачем, тобто, – поліпшити юзабіліті сайту.

За основним принципом побудови теплових карт можна візуалізувати різні набори даних, пов'язуючи певне значення, або діапазон значень з відтінком кольору. Якщо одного кольору недостатньо, можна використовувати два або три кольори для візуалізації всього діапазону значень, розбивши його на необхідну кількість піддіапазонів, наприклад, піддіапазони «Низьких», «Середніх» і «Високих» значень. Таким чином, набір даних певного параметру візуалізується

у вигляді так званого «мотиваційного маркеру» – різнобарвної смужки (вертикальної або горизонтальної), сформованої за принципом побудови теплових карт. Для кожного набору даних, або групи наборів даних, що відносяться до однотипних товарів, необхідно встановити спільний діапазон можливих значень  $[p_{max}; p_{min}]$ , і спільну кольорову гаму. Тобто, для групи товарів кольорова гама і інтерпретація буде однаковою, що дозволить їх порівнювати.

Для визначеності, усі отримані на попередньому етапі значення розділимо на три категорії: низькі, середні і високі, встановивши відповідні граничні значення, і для кожної категорії призначимо відповідний колір:

- категорія «низькі» відповідає двом граничним відтінкам синього кольору (від світло-синього до темно-синього);
- категорія «середні» – від жовто-помаранчевого до помаранчевого;
- категорія «високі» – від світло-червоного до темно-червоного.

Всередині діапазону повинна забезпечуватись кольорова інтерпретація на основі градієнтного переходу між відтінками.

У якості мотиваційного маркеру розглянемо такий показник як інформація про динаміку продажів даного товару за деякий минулий період. Особливістю такого показника є його об'єктивна природа – він побудований на реальних даних про продажі і є суто орієнтаційним. Якщо продажі зростають, значить, на цей товар слід звернути увагу, якщо продажі падають, значить потрібно ретельніше поставитися до вибору. Такий показник є багатозначним, тобто повинен бути представлений часовим набором даних при цьому, інтервал може бути досить значним – від одного до трьох місяців. Саме для таких випадків пропонується використовувати мотиваційні маркери на основі теплових карт.

З огляду на те, що сучасні інтерфейси інтернет-магазинів мають «плиткову» структуру (рис. 2), пропонується кожному товару позицію (в межах плитки) забезпечити інформаційним маркером у вигляді кольорової смужки, що відображає динаміку продажів товару для обраної товарної позиції. Оскільки, основні товари на сайтах розташовані горизонтально на відстані один від одного, то було обрано вертикальне розташування маркерів. Хоча, допускається у окремих випадках, за наявності вільного місця біля товару розташовувати мотиваційний маркер горизонтально. Дизайн та розміри цих маркерів визначаються в залежності від наявності вільного місця у зоні розміщення товару. Приклади дизайну маркерів наведено на рис. 6. У цих прикладах використано градієнтний перехід між основними кольорами, але можливо використовувати дискретні значення, відповідно до обчислених значень динаміки продажів.

Слід зазначити, що інформація представлена кольорами відповідно до показників продажу товару у хронологічній послідовності знизу вгору – знизу розташовані дані за більш ранній період часу, а у верхній частині маркера відображаються значення більш раннього періоду часу (зовсім недавні). Відвідувач бачить динаміку знизу вгору чи зліва направо, якщо маркер горизонтальний.

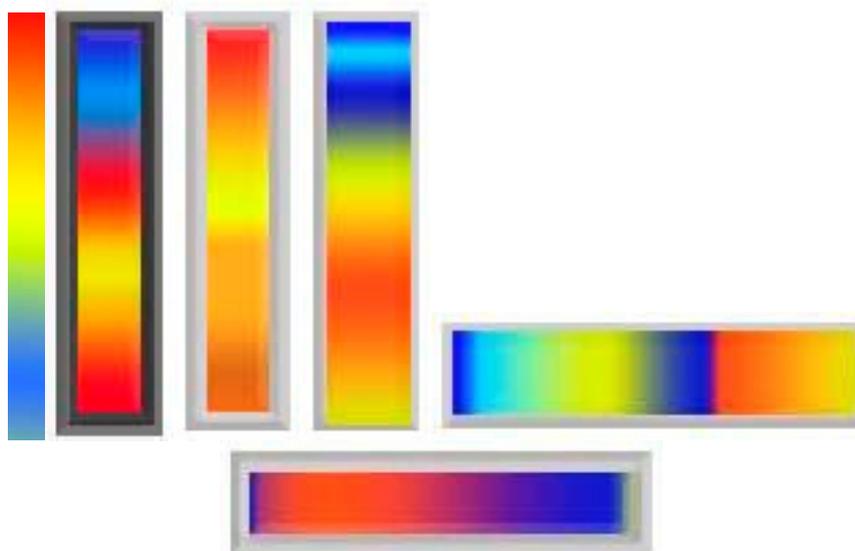


Рисунок 6 – Варіанти дизайну кольорових смужок (маркерів)

Основна ціль таких маркерів полягає в тому, щоб давати відвідувачам комерційного сайту додаткову інформацію щодо популярності та попиту на обраний товар. Ця інформація сприяє тому, щоб відвідувач зробив найбільш усвідомлений вибір при покупці. Інколи дуже складно зробити вибір із багатьох рівноцінних пропозицій – не вистачає аргументів. Саме у цьому випадку таким додатковим аргументом може бути мотиваційний маркер (рис. 7) з інформацією про динаміку продажів за попередній період. Ми бачимо, що поруч із зображенням товару розташовувалася вертикальна сегментована кольорова смужка, що відображає динаміку продажів даного товару за певний минулий період. Кожен сегмент смужки дає кольорову інтерпретацію продажів за певний відтинок часу (доба, неділя, місяць, інше), а всі разом відображають хронологічно впорядковану інформацію (від минулого – внизу смужки, до сучасного – верхівка смужки) про зміни об'ємів продажів.

Наявність таких маркерів дає більш зрозумілу (рис. 8) і привабливу інформацію для відвідувача сайту, який ще не обрав необхідний товар, але по кольоровим маркерам бачить, який із запропонованих товарів користувався більшим попитом, частіше був обраний і куплений на даному сайті. Барвисті смужки інформують потенційних покупців про вектор змін попиту на даний товар за минулі  $t$  днів. З огляду на плиткову структуру інтерфейсу, коли на екрані одночасно представлена велика кількість інформаційних блоків (плит), таке рішення дозволить відвідувачеві набагато швидше сканувати товар і приймати рішення про купівлю.

Таким чином, додавання на сторінку комерційних сайтів з однотипним товаром мотиваційних маркерів дозволить користувачеві швидше орієнтуватися в безлічі запропонованих варіантів і більш усвідомлено зробити вибір, спираючись на додаткову об'єктивну інформацію про динаміку продажів.

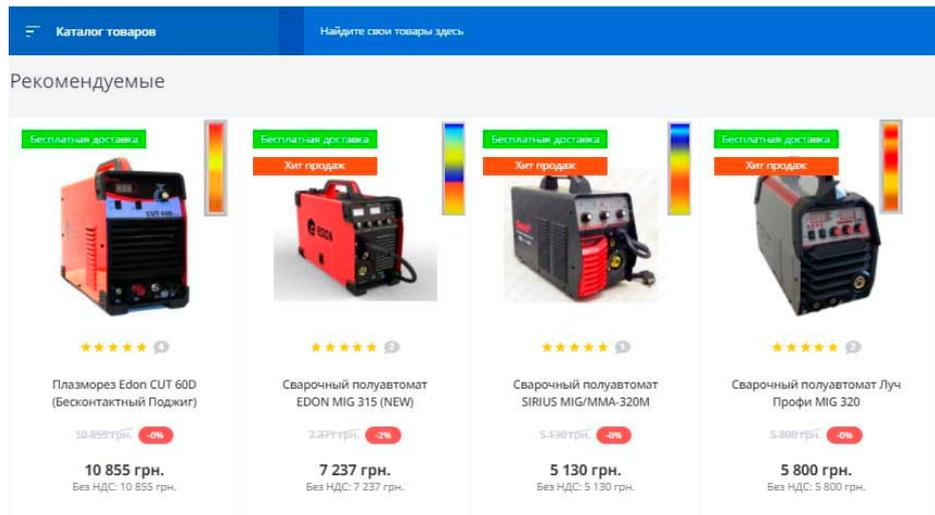


Рисунок 7 – Розташування мотиваційних маркерів на сайті

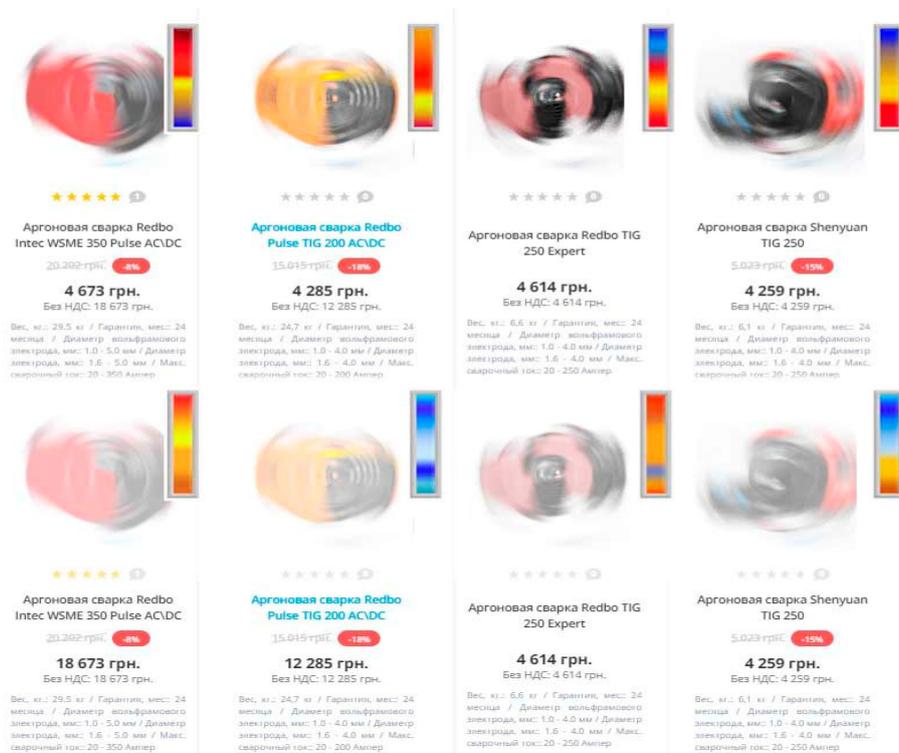


Рисунок 8 – Представлення мотиваційних маркерів на сайті з різними товарами

## Висновки

За останні роки висока конкуренція в Інтернет-середовищі призводить до того, що розробникам web-проектів доводиться постійно генерувати нові ідеї, щодо покращення юзабіліті своїх сайтів та впроваджувати різні трендові заходи для забезпечення необхідного рівня їх конверсійності.

Загальновідомо, що кінцевою метою будь-якого комерційного сайту є збільшення числа конверсій. На це впливає дуже багато факторів: цінова політика, асортимент, наявність програм лояльності, відвідуваність сайту, нарешті, популярність (розкрученість) самого товару та багато інших. Одним з

найвпливовіших чинників на конверсійність сайту вважається його юзабіліті – зручність користування. Чим вище юзабіліті, тобто, чим зрозуміліший і простіший його інтерфейс, тим коротший шлях до конверсії.

Проте, є ще одна складова цього питання – маркетингова. Важливою якістю інтернет-ресурсу, є його здатність полегшувати вибір товару не тільки за рахунок юзабіліті, або рекламних трюків, це вже погано працює, але й забезпечувати користувача об'єктивною інформацією для більш обґрунтованого вибору. На наш погляд, запровадження запропонованих мотиваційних маркерів, що спираються на реальні статистичні дані з продажу товарів, здатне на образному сприйнятті інформації зорієнтувати відвідувача і наблизити його до купівлі.

#### Список літератури

1. Thompson K.E., Rozanski E.P., Naake A.R. Here, there, anywhere: Remote usability testing that works // Proceedings of SIGITE 2004 Conference. Salt Lake City, UT, United States: ACM, 2004. P. 132-137.
2. Як покращити юзабіліті та підвищити конверсію сайту з допомогою теплової карти. 2020. URL: <https://lemarbet.com/ua/razvitie-internet-magazina/kak-uluchshit-yuzabiliti>.
3. Для чого потрібні теплові карти? 2020. URL: <https://lpgenerator.ru/blog/2020/01/11/shkola-internet-marketinga-dlyachego-nuzhny-teplovye-karty>.
4. Зарицький Д.К., Зелений О.П., Дейнеко Ж.В. Використання теплових карт для покращення юзабіліті сайтів // Поліграфічні, мультимедійні та web-технології: матеріали Молодіжної школи-семінару V Міжнародної науково-технічної конференції (3.11.2020, м. Харків). Харків: ХНУРЕ, 2020. Т2. С.55-59.
5. Сергеев С.Ф., Падерно П. И., Назаренко Н. А. Введение в проектирование интеллектуальных интерфейсов; Учебное пособие. СПб: СПбГУ ИТМО, 2011. 108 с.
6. Гарретт Д. Веб-дизайн: книга Джесса Гарретта. Элементы опыта взаимодействия. Символ-Плюс, 2008. 192 с.
7. Четыркин Е.М. Статистические методы прогнозирования. 2-е изд. М.: Статистика, 2007. 145 с.
8. Батенькина О.В. Методы оценки удовлетворенности пользователей при тестировании юзабилити информационных систем // Омский научный вестник. 2016. 5 (149).
9. Юзабилити – наука, технология, искусство / Ю.Р. Валькман, А.В. Савченко, В.В. Зосимов, А.С. Булгакова // Збірник наукових праць Інституту проблем моделювання в енергетиці ім. Г.Є. Пухова НАН України. 2010. Вип. 54. С. 82-91.
10. Кузьминов Е.В. Оцінка ефективності роботи сайту // Системний аналіз. Інформатика. Управління: мат-ли II Всеукраїнської науково-практичної конференції. Запоріжжя, 2011. С. 118-119.
11. Using Wavelet Analysis to Assess the Impact of COVID-19 on Changes in the Price of Basic Energy Resources / Mustafa S.K., Ahmad M.A., Baranova V., Deineko Zh., Lyashenko V., Oyouni A.A.A. // International Journal of Emerging Trends in Engineering Research. 2020. Vol. 8 (7). P. 2907-2912.
12. Spatial-Temporal Analysis the Dynamics of Changes on the Foreign Exchange Market: an Empirical Estimates from Ukraine / Vasiurenko O., Lyashenko V., Baranova V., Deineko Z. // Journal of Asian Multicultural Research for Economy and Management Study. 2020. Vol. 1 (2). P. 1-6.
13. Lyashenko V., Deineko Z., Ahmad A. Properties of wavelet coefficients of self-similar time series // International Journal of Scientific and Engineering Research. 2015. Vol. 6 (1). P. 1492-1499.
14. Stochastic Frontier Analysis and Wavelet Ideology in the Study of Emergence of Threats in the Financial Markets / Baranova V., Zeleniy O., Deineko Z., Lyashenko V. // IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T). IEEE, 2019. P. 341-344.

УДК 730:741:766

## ПРИНЦИПИ СТВОРЕННЯ СТИЛІЗОВАНОГО АНІМАЦІОНОГО 3D-ПЕРСОНАЖА

**Слітюк О.О.**

к.т.н., доцент, кафедра дизайну,  
Київський національний університет технології та дизайну

**Нощенко Н.В.**

бакалавр, кафедра дизайну,  
Київський національний університет технології та дизайну

***Анотація.** Розглянуті питання, пов'язані з розробкою підходів до проектування стилізованого анімаційного 3D-персонажа. Проведено аналіз інструментів, які найкраще підходять для цієї цілі. Досліджено етапи створення повноцінного анімаційного персонажа, виявлено особливості та нюанси процесу. Розглянуто можливість та актуальність використання представленої роботи.*

***Ключові слова:** ДИЗАЙН, ПЕРСОНАЖ, ТРИВИМІРНА ГРАФІКА, СТИЛІЗАЦІЯ, ВІЗУАЛІЗАЦІЯ, МОДЕЛЮВАННЯ, ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ, АНІМАЦІЯ.*

### **Вступ**

3D-графіка є невіддільною частиною сучасної культури. 3D-анімаційні фільми, серіали, комп'ютерні ігри займають важливе місце у житті багатьох людей. Комп'ютерний персонаж є актором цих нових фантастичних світів. Сьогодні практично кожен медіапродукт (презентація, відеоролик, анімаційне відео, комп'ютерна гра, кінопроект та т.п.) створюється з використанням можливостей тривимірної графіки. Медіаіндустрія містить цілу групу напрямків, у кожному з яких використовуються 3D-персонажі [1]. У кіноіндустрії 3D-персонажі застосовуються як у якості цифрових дублерів для реальних акторів, так і для створення істот, яких в реальному житті не існує. У рекламних телевізійних роликах тривимірні персонажі можуть бути головними героями та рекламувати продукт або послугу. У комп'ютерних іграх персонажі потрібні для наповнення ігрового світу. У тривимірних, анімаційних, мультиплікаційних фільмах персонажі – це головні герої, за якими стежить глядач і дізнається про їх історію.

Багато сфер, які раніше вимагали довгої ручної праці (як приклад, анімація, створення складних декорацій, кінематографі), все більше звертаються до тривимірної графіки. Комп'ютерне моделювання персонажів у багатьох випадках дає не просто кращу якість, але й зменшує час та фінансові витрати. Комп'ютерні ігри, завдяки розвитку можливостей 3D-редакторів, дедалі більше ускладнюються: тепер виробники можуть дозволити використовувати складніші тривимірні моделі персонажів, що, своєю чергою, підвищує видовищність та популярність продукту для глядачів [2, 3].

## Мета та задачі дослідження

Мета роботи полягає у розробці методики створення стилізованого анімаційного 3D-персонажа: поетапності та рекомендацій щодо розробки персонажа, вибору програмного забезпечення та вимог до проєктованого об'єкту. У представленому дослідженні ставилося завдання проаналізувати переваги й недоліки різноманітних програм для створення 3D-графіки, обрати програмне забезпечення та розробити рекомендації до створення анімаційного персонажа; дослідити методи та підходи до стилізації; розробка 3D-персонажа, якого можна використовувати у анімаційному фільмі, серіалі, рекламі, ілюстраціях та ін. Наукова новизна дослідження полягає у визначенні концепції та проєктних методів і засобів розробки анімаційного стилізованого персонажа та пошуку ефективного процесу його створення.

## Основна частина

Створення персонажа – складний та багатогранний процес, який потребує значного досвіду, знань з малюнку, скульптури, анатомії, композиції, кольорознавства, а також потребує знань галузі комп'ютерного моделювання.

Ще 10 років тому, процес розробки анімаційних персонажів був лінійним і доволі простим, проте і більш обмеженим. Зараз же він сповнений нюансів і особливостей, які визначаються напрямком індустрії та подальшим використанням персонажа. Величезну роль в цьому різноманітті технологій і методів розробки 3D-персонажів зіграв стрімкий розвиток комп'ютерної техніки та програмного забезпечення [4].

В ході дослідження було запропоновано методику процесу створення стилізованого анімаційного 3D-персонажа: поетапність та рекомендації щодо розробки персонажа, вибору програмного забезпечення та вимог до проєктованого об'єкта.

Створення 3D-персонажа починається із розробки концепції, тобто малюнку того, як буде виглядати персонаж. У даному проєкті ідейною концепцією персонажа став жіночий образ колекції бренду Valentino (рис. 1).

При розробці анімаційного персонажа, крім оригінального художнього образу, вельми важливими є технічні моменти (приспосованість персонажа до анімації), характерні особливості героя (пози, жести, емоції). Іншими словами, анімаційний персонаж повинен володіти трьома основними характеристиками: індивідуальною зовнішністю, зручною для анімації механікою і яскравим неординарним характером.

У ході дослідження було запропоновано рекомендації щодо пошуку ідейної концепції анімаційного персонажа.

1. Так, спочатку відбувається пошук образу персонажа, відповідного технічним завданням проєкту (ескізи, начерки). На цьому етапі необхідно визначити в якій галузі індустрії буде використовуватися персонаж (реклама,

анімаційні фільми, комп'ютерні ігри та ін.). Також необхідно визначити характеристики цільової аудиторії, на яку розрахований персонаж (вік, стать, територіальний обхват аудиторії). Слід враховувати призначення проекту, від якого залежать риси й особливості персонажа (чи буде він використовуватися для реклами в ЗМІ, реклами на виставковому стенді або просто розважати дітей під час відпочинку на дитячому шкільному майданчику). Так, корпоративний персонаж, якого застосовують для просування бренду, має заохочувати покупця до придбання продукції, допомагати йому ознайомитися з перевагами товару (послуг), добре запам'ятовуватися. Харизматичність, лаконічність, доброзичливість - основа образу бренд-персонажа. Персонаж, з точки зору споживача, повинен мати авторитетний вигляд, так для дітей авторитетним буде персонаж старшого за них віку.



Рисунок 1 – Ідейна концепція персонажа

2. Робота над стилізацією персонажа. На цьому етапі можливе використання таких прийомів як спрощення, зміна пропорцій, навмисне збільшення або зменшення окремих характеристик. Перебільшення особливостей персонажа допоможе глядачеві визначити характер та основні якості персонажа. Перебільшення вже давно застосовується при формуванні характеру персонажа, наприклад, в карикатурах та шаржах. Якщо стилізується птах або тварина, виділяється головна, найбільш виразна якість об'єкта, потім предметні форми спрощуються й стилізуються. Мета стилізації – художнє вираження основної характеристики, головної властивості об'єкта. Підхід до стилізації залежить від того, які відчуття, емоції повинен викликати персонаж. Виділені якості можуть бути історично сформованими, традиційно приналежні даному об'єкту (хитра лисиця), заданими за умовою (лютий собака) або навіть протилежними (сміливий заєць). Для стилізації необхідно провести аналіз загального поняття і виділити структурні елементи, фізичні й функціональні властивості й ознаки. Наприклад, звір має кігті, зуби, хвіст та ін. Виявити характеристики, ознаки, які викликають певні задані відчуття. Побудувати графічну композицію, образно підкоривши всі структурні елементи одній

властивості або ознаці. Необхідно проявити максимальну винахідливість та оригінальність у пошуку вираження заданої властивості. Головна умова – цілісність об'єкта, тобто всі елементи зображення повинні бути підлеглі єдиному формотворному початку. Також при розробці необхідно дотримуватися стилістичної єдності зі сферою застосування персонажа.

3. Пошук унікальності зовнішнього образу персонажа, що відрізняє його від багатьох інших героїв (це може бути незвичайний елемент одягу, зачіски, аксесуар та ін.). Необхідно вказати ті деталі й особливості, які дозволяють глядачам зрозуміти характер і сутність персонажа, які особливості та деталі одягу необхідні для визначення персонажа.

4. Розробка характеру та емоцій персонажа.

5. Створення схем побудови персонажа й уточнення окремих елементів (їх робота в анімації).

6. Вибір кольору. Колір також допомагає зрозуміти особистість персонажа. Як правило, темні кольори (сірий, пурпурний, чорний) використовуються для зображення лиходіїв. Світлі кольори, (білий, блакитний, рожевий), більше асоціюють з добротою та чистотою. У коміксах червоний, жовтий і блакитний можуть наділити дизайн персонажа героїчними якостями.

7. Розробка характерних поз і жестів, властивих персонажу, відповідно до особливостей його характеру. При створенні персонажів, багато художників мимоволі наділяють своїх героїв викривленою, з медичної точки зору, поставою. Якщо розглянути різні типи постав по Ф. Штаффелю, то викривлення хребта притаманне майже всім типажам: плоско-увігнута спина характерна для жінок. Такий вигин спини добре підкреслює жіночі форми в області талії і стегон; плоска спина властива військовим, коли потрібно перебільшено показати виправку; кругла спина, як правило, належить довготелесому, невпевненому в собі людині високому, худорлявому старцю; увігнуто-круглу спину мають монстри з потужним торсом.

Положення голови персонажа прямо пов'язане з настроєм героя. Наприклад: голова піднесена вгору підкреслить впевненість, зарозумілість чи мрійливість; опущена – лють і агресію, втома або смуток; трохи опущена з нахилом в сторону – збентеження і флірт, а в положенні прямо – здивування, страх або роздратування.

Якісно виконаний тривимірний анімаційний персонаж, незалежно від цілей його створення, повинен бути живим, мати автентичний характер та зовнішність, яка легко запам'ятовується, не обов'язково привабливу, але таку, що є характерною і яка неодмінно викликає емоції.

При підготовці до створення образу необхідно здійснити пошук додаткового матеріалу, наприклад, анатомічні ілюстрації та різноманітна портретна фотографія. Аби створити цікаву стилізацію, був проведений аналіз стилізованих персонажів різних художників та анімаційних фільмів. У ході дослідження було розглянуто цілу низку анімаційних фільмів таких студій як Pixar, Dreamworks, Disney, Blu Sky. Герої таких фільмів є досить стилізовані, при

цьому зберігаючи свою індивідуальність. Стилізація дозволяє персонажам бути максимально зрозумілими для глядачів, надає візуальної цікавості і є важливим фактором формування стилістики та індивідуальності проекту. На основі зібраного матеріалу була зроблена зарисовка у програмі Photoshop. У даному проекті було завдання створити приємного та доброзичливого персонажа. Для цього були збільшені очі дівчини, аби зробити їх більш виразними, а риси обличчя – зм'якшені та спрощені. Пропорції також були змінені та віддалені від реалістичності. На рис. 2 зображено готову концепцію персонажа.



Рисунок 2 – Прорисовка ідейної концепції персонажа

Весь цей матеріал в майбутньому буде переданий на наступний етап виробництва і допоможе створити тривимірну модель персонажа, яка буде точно відповідати намальованому концепту. Для проектування моделі використовують спеціалізоване програмне забезпечення.

Розвиток інформаційних технологій, програмного забезпечення, надають 3D-графікам величезні можливості для реалізації творчих проектів. Так, найбільш популярними є такі графічні програми як Maya, 3Ds Max, Blender, Zbrush, Houdini [5, 6].

Проаналізувавши дані програми була створена їхня характеристика. Maya – найпопулярніша програма серед 3D-художників, проте її слабкі функції для ліплення потребують використання додаткової програми. 3D's Max – більше підходить для моделювання інтер'єру, архітектури або технічних виробів. Zbrush пропонує найкращі інструменти для ліплення, проте має слабкі засоби для моделювання та не дає можливості якісно візуалізувати роботу. Houdini – майже виключно використовуваний як інструмент для створення найскладніших візуальних ефектів.

У результаті аналізу, було обрано програму Blender, адже вона поєднує в собі якісні інструменти для ліплення та моделювання і пропонує чудові засоби для візуалізації. Програма з відкритим кодом існує вже давно, і за її постійним розвитком стоїть армія художників, викладачів та ентузіастів.

У ході оцінки функціональності програми було виявлено, що інструменти для створення тканини, які пропонує Blender, не достатні для створення реалістичної симуляції одягу, тому був обраний Marvelous designer, програма створена спеціально для цієї цілі.

Першим кроком проектування 3D-персонажа є створення його високополігональної моделі. Кілька років тому такого етапу виробництва не було взагалі, але з розвитком технічних і програмних можливостей він став таким же важливим етапом як і інші. Процес створення високополігональні тривимірної моделі ще називають цифровим скульптингом або ліпленням (від англ. Digital sculpting – цифрове ліплення).

Перший етап цього процесу називається “blocking out”. Тобто створення базової простої форми персонажа, позбавленої деталей. Для цього рекомендується використовувати примітивні форми, такі як сфера та циліндр. Цей етап розпочинається з додавання сфери, яка стане основою голови персонажа. Для створення тулубу додається декілька сфер, а для рук та ніг циліндри. На етапі блокування використовуються найосновніші інструменти. Це інструменти для переміщення, для накопичення глини, стандартна щітка для створення заглиблень, та надування. Окрім цього, використовуються функції маскування та полігрупування, що допомагають відділити одні елементи та ділянки від інших. Під час ліплення необхідно концентрувати увагу на пошуку пропорцій та балансу форми. Починати з нуля – це завжди складно, адже спочатку все виглядає безладно і зовсім не привабливо. Коли базова форма закінчена, всі об’єкти з’єднуються.

Наступний етап полягає у деталізації бази. Це дуже корисний етап для практикування анатомії, тому рекомендується використовувати багато ілюстрацій з анатомічних книг та праці видатних скульпторів. Рекомендується розпочати деталізацію з додавання обличчя персонажа, оскільки це допомагає краще побачити життя у герої. Далі можна переходити до тіла та формувати м’язи, кістки та жирові тканини. Дивлячись на ілюстрації, необхідно знаходити слабкі місця та виправляти їх. Для створення якісної стилізації необхідно визначити базові площини голови та тіла, що дає можливість знехтувати реалістичними деталями, які не будуть сильно впливати на загальний образ героя. Також виліплюється базова форма волосся. Етап ліплення займає найбільше часу та є найскладнішим, адже він вимагає велику кількість досвіду та знань.

Результатом процесу ліплення є полігональна сітка з надзвичайно великою кількістю полігонів. Полігональна сітка – це набір вершин, ребер, та граней, що описують форму багатогранного об’єкта в тривимірній графіці. Така сітка не дуже придатна для анімації та створення якісних текстур, тому її необхідно спростити за допомогою ретопології. Ретопологія – це процес перетворення сітки з високою кількістю полігонів у нову, яка спрощує оригінальну модель. Цей процес є доволі складним, адже кожний полігон повинен чітко описувати форму об’єкту, бути рівномірно розподілений та оптимізований. Коли виконується ретопологія, не рекомендується використовувати трикутники та багатокутники.

Складні сітки важко анімувати, тому необхідно обмежити кількість полігонів будь-якої 3D-моделі, коли вона використовується для анімації. На рис. 3 представлено готову сітку персонажа.

Коли модель персонажа закінчена можна приступати до створення та симуляції одягу. Методом аналізу багатьох програм було виявлено що найкращим інструментом для створення одягу являється Marvelous designer. Marvelous designer – це популярна 3D-програма для створення динамічного 3D-одягу. Цю програму також використовують дизайнери одягу. Що відрізняє її від інших 3D-програм це те, що вона працює за аналогом реального пошиття одягу. Процес починається із завантаження моделі персонажа до програми. Програма має два вікна – одне двовимірне, яке використовується для креслення викрійок, а інше – тривимірне, де проходить процес симуляції одягу на модель.

Процес необхідно почати зі створення викрійки. Для цього додається простий прямокутник та, використовуючи інструмента для розрізу та додавання нових сегментів, створюються вирізи для шиї та рук. Спочатку робиться одна сторона викрійки, а потім, використовуючи інструмент симетрії, її треба скопіювати та обернути, створюючи протилежну сторону. Тепер, якщо будуть внесені якісь зміни до викрійки, вони будуть симетрично повторюватися на іншій стороні. Коли створення викрійки закінчено, використовуються інструменти для пошиття, які зшивають всі елементи за аналогом справжнього одягу. На рис. 4 можна побачити як виглядає цей процес.



Рисунок 3 – Полігональна сітка моделі

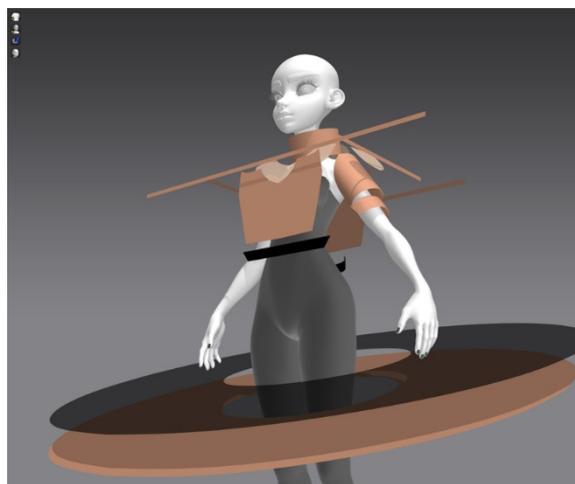


Рисунок 4 – Загальний вигляд викрійок у Marvelous Designer

Далі, необхідно перейти до 3D-вікна та розмістити готові викрійки у просторі навколо персонажа, щоб одні викрійки були спереду, а інші – ззаду. Натискаючи кнопку симулювати, всі викрійки фізично правильно падають на тіло персонажа та утворюють реалістичні складки. Дуже корисним є інструмент переміщення тканини, який дозволяє інтерактивно поправляти та формувати складки. Також програма дає можливість точно вказати фізичні характеристики тканини та пропонує вже готові налаштування різноманітних матеріалів, таких як шовк, трикотаж, льон, денім та ін.

Наступним кроком буде надання кольорової інформації персонажу та одягу. Для цього треба виконати UV-розгортку. Для кожної вершини полігональної сітки можуть бути сформовані UV-координати (також відомі як координати текстури). Наприклад, якщо сітка являє собою сферу, її можна перетворити в рівно прямокутну проекцію. UV-текстурування дозволяє полігонам, які складають 3D-об'єкт, бути пофарбовані кольором (та іншими атрибутами поверхні) використовуючи цифрове зображення. Зображення називається текстурною картою або просто текстурою.

Різні програми пропонують інструменти для створення UV-розгортки, проте в даному дослідженні ця операція проводилася у Blender. Blender – пакет для створення тривимірної комп'ютерної графіки, що включає засоби моделювання, анімації та рендерінгу.

Для створення розгортки позначаються «шви» на полігональній сітці моделі і програма автоматично розгортає полігони на плоскій сітці.

Після розгортання можна перейти до вікна для малювання текстур та, використовуючи різноманітні «пензлі», надати колір персонажу. Аби шкіра виглядала більш живою та реалістичною необхідно додавати жовті, червоні та сині відтінки, проте тут головне не перестаратися, адже тоді шкіра буде виглядати неприродно. Вся кольорова інформація проектується на двовимірну карту за UV-координатами. Створена текстура потім зберігається у звичайному png форматі. Також, програма дозволяє легко встановлювати різні кольори, що дозволяє швидко обрати найкращий варіант. На рис. 5 представлено варіанти пошуку кольору для персонажа.



Рисунок 5 – Різні варіанти текстур персонажа

Далі, необхідно створення волосся персонажа. Аби волосся виглядало реалістично, використовується система частинок. Головна ідея цього процесу полягає в індивідуальному створенні керівних кривих, на основі яких накопичується велика кількість подібних кривих, які повторюють їх форму, таким чином створюючи локони.

Наступним етапом є виставлення персонажа у позу. Для цього необхідно створити ріг. Ріг – термін в комп'ютерній анімації, який описує набір залежностей між керівних та керованими елементами, створений таким чином, щоб керівних елементів було менше, ніж керованих. Призначення – спростити маніпуляцію великої кількістю об'єктів. Щоб, наприклад, зігнути руку персонажа, потрібно пересунути вершини руки в певне місце, але зробити це так, аби між початковим і кінцевим положенням вони перемістилися по певній траєкторії, створюючи відчуття обертання навколо анатомічного суглоба. Для цього використовуються кістки. Вони зазвичай імітують повороти реальних кісток. Стан кожної вершини залежить від положення певних кісток. В одному персонажі, в залежності від складності необхідних рухів, може бути від 20 до 100 і більше кісток.

Очевидно, що анімувати кожну з цих кісток досить трудомістке заняття, та часто дає вкрай незадовільний результат. Тому в середовищі тривимірної анімації існує поняття інтерполяції положення анімованих об'єктів між ключовими положеннями. Але навіть в цьому випадку управляти такою кількістю кісток досить складно. Для цього створюються допоміжні елементи, які за певними залежностями керують кістками так, щоб переміщення, поворот або масштабування цих допоміжних елементів впливало відразу на групу кісток – тим самим скорочуючи витрачений час на орієнтування кожної кістки окремо.

Blender пропонує різноманітні типи "ламп", які будуть випромінювати світло на сцену, аби зробити її реалістичною та цікавою. Ці різні світловипромінювальні об'єкти необхідно додати вручну та аналогічно до роботи фотографів, налаштувати та виставити їх (рис. 6).

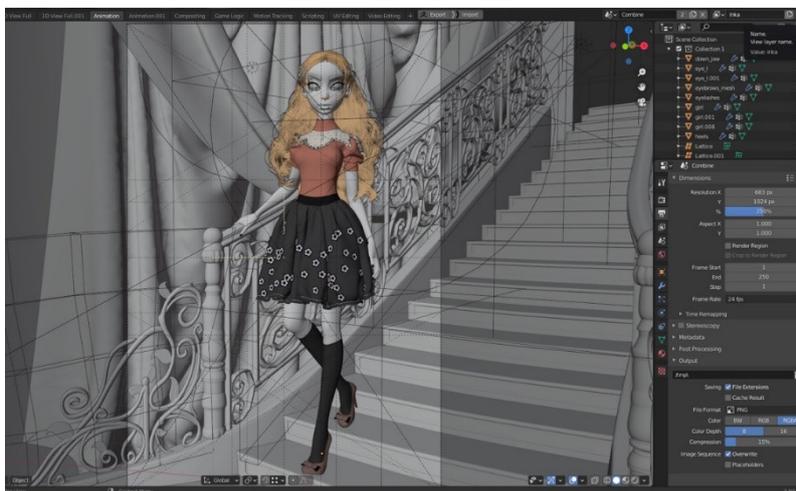


Рисунок 6 – Демонстрація 3D-сцени у Blender

Коли сцена з усіма об'єктами, фонами та камерами готова, можна зробити візуалізацію. Візуалізація або рендерінг – це процес, коли програма аналізує тривимірне середовище і методом математичного обчислення, створює 2D-зображення. Ключовим фактором для отримання якісної візуалізації є хороше освітлення проекту. Якщо освітлення замало, цілком імовірно, що остаточна візуалізація буде виглядати темною та ледь помітною, втрачаючи

деталі та текстури. Правильно створене освітлення є важливим фактором при виготовленні якісного 3D-зображення. На рис. 7 продемонстровано готову візуалізацію персонажа.



Рисунок 7 – Готова візуалізація авторської розробки 3D-персонажа

### Результати дослідження

В результаті проведених досліджень було запропоновано методику розробки анімаційного 3D-персонажа: поетапність та рекомендації щодо розробки персонажа, вибір програмного забезпечення та вимоги до проєктованого об'єкту.

Було запропоновано рекомендації щодо пошуку ідейної концепції анімаційного персонажа, що включає пошук образу персонажа, відповідного технічним завданням проєкту; роботу над стилізацією; пошук унікальності зовнішнього образу; розробку характеру та емоцій; створення схем побудови персонажа й уточнення окремих елементів; вибір кольору; розробку характерних поз і жестів, властивих персонажу.

У ході розробки стилізації персонажа було виявлено, що для створення якісної стилізації необхідно визначити базові площини голови та тіла, що дає можливість знехтувати реалістичними деталями, які не будуть сильно впливати на загальний образ героя. Аналізуючи фахову літературу було встановлено, що художники мають різні підходи до розробки стилізації персонажа. Вважається, що персонаж може бути стилізованим, напівреалістичним та реалістичним. Коли персонаж є стилізованим він виглядає майже карикатурно, всі риси обличчя максимізуються, аби створити характерний образ, який силуетно легко впізнається. Коли персонаж є напівстилізованим, форма та риси його обличчя пропорційно близькі до реальності проте, в залежності від характеру персонажа, найбільш специфічні риси обличчя акцентуються, а анатомія спрощується, зберігаючи площини анатомії. Коли персонаж реалістичний, художник намагається максимально досягти подібності реальної людини.

Був проведений аналіз наступних програм: Maya, 3Ds Max, Blender, Zbrush, Houdini. Наразі, кожна з цих програм здатна забезпечити якісні результати. Пріоритетом є наскільки швидко, просто та інтуїтивно можна досягти поставленої цілі. Коли користувачі чітко розуміють потрібні їм функції, стає очевидним, яке програмне забезпечення найкраще підходить для реалізації безпосередньо їх проєктів. Також важливо пам'ятати, що програми пропонують лише інструменти для створення, тому якість роботи буде залежить виключно від здібності художника.

На рис. 8 представлено авторські розробки 3D-персонажів, яких було спроектовано по запропонованій методиці.

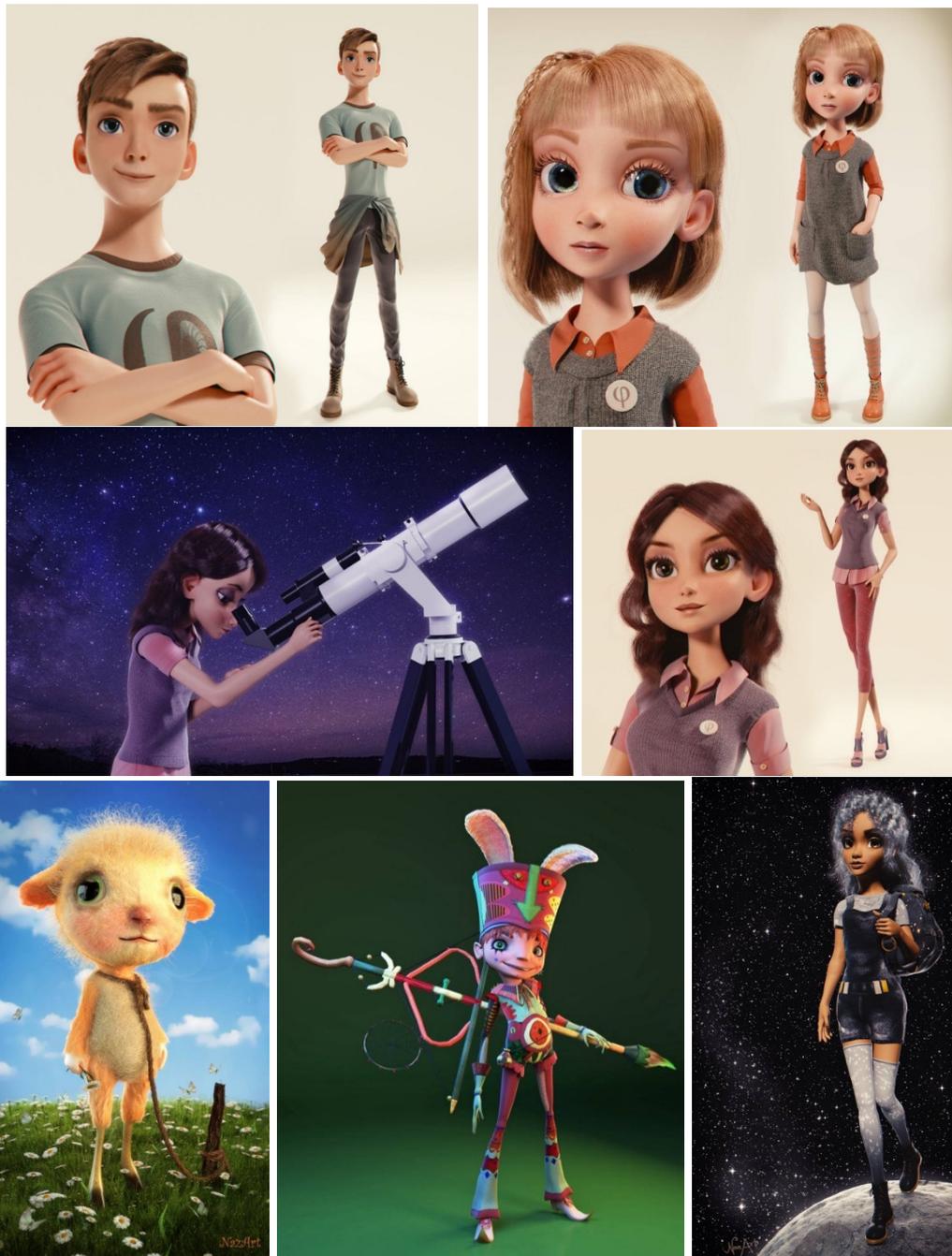


Рисунок 8 – Варіанти авторських розробок 3D-персонажів

## Висновки

У роботі запропоновано рекомендації щодо створення анімаційного 3D-персонажа. Досліджено та проаналізовано види та типи стилізації, визначено вимоги та способи досягнення якісної та цікавої стилізації персонажа. У процесі аналізу було обрано програми Blender та Marvelous Designer. Рекомендованими етапами створення персонажу є: ліплення, ретопологія, симуляція одягу, UV-розгортка, текстурювання, рігінг, візуалізація. Розроблено 3D-персонажа, якого можна використовувати у анімаційному фільмі, серіалі, рекламі, ілюстраціях та ін.

### Список літератури

1. Villar O. Learning Blender: A Hands-On Guide to Creating 3D Animated Characters. 2014. 312 p.
2. Blain J.M. The Complete Guide to Blender Graphics: Computer Modeling & Animation, Fifth Edition. 2012. 552 p.
3. Van Gumster J. Blender for Dummies. 2009. 528 p.
4. Pedersen D. Create a character with Blender 2.78 // 3DArtist. 2017. №107. P. 48-54.
5. Hyun J. Creating a Stylized Viking Warrior in ZBrush and Substance Painter. URL: <https://80.lv/articles/creating-a-stylized-viking-warrior-in-zbrush-and-substance-painter/>
6. Martin M. Avyanna: Working on an Animated Stylized Character. URL: <https://80.lv/articles/avyanna-working-on-an-animated-stylized-character/>.

УДК 330.47:004.9

## ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНЕ ПІДГРУНТЯ РОЗРОБКИ МУЛЬТИМЕДІЙНОГО НАВЧАЛЬНОГО ВИДАННЯ «ТЕОРІЯ КОЛЬОРУ»

**Хорошевська І.О.**

к.е.н., доцент, кафедра комп'ютерних систем і технологій,  
Харківський національний економічний університет ім. С. Кузнеця

**Глєбов В.О.**

магістр, кафедра комп'ютерних систем і технологій,  
Харківський національний економічний університет ім. С. Кузнеця

***Анотація.** Наведено економіко-математичне підґрунтя у вигляді методики, спрямованої на вирішення аналітичних і практичних завдань для розробки мультимедійного навчального видання «Теорія кольору». Методика представляє собою чотири взаємопов'язаних етапи, що вирішують завдання з вибору структурних елементів, формування критеріальної бази оцінювання елементів видання та вибору програмного забезпечення для його розробки.*

***Ключові слова:** МУЛЬТИМЕДІЙНЕ НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ, ТЕОРІЯ КОЛЬОРУ, ЕТАПИ МЕТОДИКИ, СТРУКТУРНІ ЕЛЕМЕНТИ, КРИТЕРІАЛЬНА БАЗА, ЕКСПЕРТИ.*

### **Вступ**

В наш час мультимедійні видання дають можливість використовувати різноманітний мультимедійний контент та інтерактивні елементи в навчальних цілях, що перетворює їх в ефективний засіб навчання, заснований на сучасних інформаційних технологіях. Мультимедійні навчальні видання (МНВ) значною мірою використовуються в навчальних цілях, що сприяє полегшенню процесу розуміння і засвоєння матеріалу завдяки забезпеченню високого рівня наочності його подання із залученням різних видів медіаконтенту (текст, зображення, відео, аудіо, 2d і 3d моделі та ін.), різноманіттю реалізації інтерактивних можливостей (тренажери, симулятори, інтерактивні тести, релаксаційні ігри) тощо.

Сучасні МНВ включають такі складові елементи: мультимедійні посібники і підручники, відеоуроки у вигляді активних та пасивних симуляцій, віртуальні тренажери, аудіосупровід у вигляді корисних порад, підказок, аудіо-пояснень складних моментів, мультимедійні презентації, інтерактивні галереї, інтерактивні тести з питаннями різного ступеня складності, інтерактивні завдання діагностичного та евристичного складу, тематичні ігри, релаксаційні інтерактивні вправи тощо.

Такі МНВ надають користувачу можливість для побудови власної траєкторії навчання з врахуванням своїх можливостей, інтересів, знань та вмінь.

Проблемним питанням при створенні такого роду МНВ є відсутність методичного інструментарію для його створення, який би враховував специфіку

конкретної предметної області при виборі структурно-компонентного складу видання. Таким чином впливає завдання на розробку методики для створення МНВ, призначеного для вивчення теоретичних основ, специфіки та особливостей практичного використання теорії кольору майбутніми фахівцями з «Видавництва та поліграфії» при розробці поліграфічної та мультимедійної продукції.

Аналіз останніх досліджень, присвячених питанню розроблення теоретико-методологічного інструментарію як основи для створення якісно функціонально та структурно побудованих МНВ, мультимедійних комплексів навчального спрямування, електронних навчальних мережевих середовищ для різних предметних областей, дав змогу з'ясувати, що автори праць [1-9], в основному, торкалися питань необхідності та доцільності розроблення МНВ та мультимедійних комплексів, надавали короткий опис їх переваг та функціональних можливостей, наводили технічні вимоги для здійснення процесу створення даних видань. Так, в праці [1] автори пропонували методика побудови з прив'язкою до специфіки потреб користувачів; праця [2] базувалась на обґрунтуванні вибору апаратно-програмного комплексу для створення електронних навчальних видань через аналіз функціоналу засобів розроблення; в роботах [3-9] акцентувалась увага на підходах та методичних рекомендаціях, що можуть застосовуватися для структурно-функціональної побудови мультимедійних навчальних ресурсів.

В роботах [10-14], спрямованих на навчання користувачів основам теорії кольору з метою отримання відповідних фахових компетентностей, акцент робиться на необхідності реалізації студентоцентрованого навчання в електронних навчальних ресурсах, наводиться контентний аналіз їх змістовного навантаження та надаються методичні рекомендації його їх структурного наповнення, наводяться підходи до розподілення навчального контенту за рівнями з відповідним елементним складом. Однак, залишається відкритим питання щодо доцільності формування структурно-елементного складу МНВ з «Теорії кольору», виходячи з компетентнісного підходу до навчання та визначення програмного забезпечення для його практичної реалізації.

Проведений аналіз існуючих методик та підходів до процесу створення мультимедійних видань дозволяє зробити висновок, що умовно існує два основних напрями у створенні МНВ: методика вибору програмного забезпечення та методика системно-структурного аналізу навчання. Однак, існуючі методики проблематично використовувати при створенні МНВ за дисципліною «Теорія кольору» тому, що в них немає адаптованого підходу до потреб цільової аудиторії, зокрема для здобувачів ЗВО. Також, більшість із представлених в проаналізованих працях методик та підходів або не враховують специфіку тематичної спрямованості предметної області (теорії кольору), особливостей побудови структури таких видань, або навпаки, вони мають жорстку прив'язку до неї.

Отже, відсутність врахування особливостей використання потенційними користувачами, слабка структурованість використовуваних підходів до вибору

необхідних елементів МНВ та жорстка орієнтація на специфіку предметної області свідчать про доцільність та необхідність розробки нового економіко-математичного підґрунтя, основи у вигляді методики для створення МНВ з навчальної дисципліни «Теорія кольору», яка повинна надавати рекомендації стосовно вибору структурних елементів видання та програмного забезпечення для його практичної реалізації.

### **Мета та виклад основного матеріалу**

Мета дослідження полягає у представленні етапів методики, що дозволяють підвищити ступінь обґрунтованості процесу прийняття рішень відносно доцільної структурної побудови МНВ з навчальної дисципліни «Теорія кольору», призначеного для студентів спеціальності «Видавництво та поліграфія», та вибору раціонального для розроблення програмного забезпечення.

Пропонована методика створення МНВ за дисципліною «Теорія кольору» складається з 4 етапів, в процесі практичної реалізації яких, використовуються такі методи дослідження: метод опитування [15, 16], метод експертних оцінок та метод обробки експертної інформації [17].

В основу розроблюваної методики покладено результати власних досліджень авторів, наведені в працях [1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13]. Це дало змогу розробити економіко-математичне підґрунтя у вигляді методики для побудови МНВ з «Теорії кольору», що складається з етапів:

- етап 1: виділення елементів, які доцільно використовувати при створенні МНВ за дисципліною «Теорія кольору»;
- етап 2: формування критеріальної бази оцінювання елементів видання, з урахуванням того, які компетентності МНВ має допомогти здобути;
- етап 3: вибір структурних елементів для створення МНВ;
- етап 4: вибір програмного забезпечення для практичної реалізації МНВ.

Розглянемо зміст кожного з наведених етапів.

**Етап 1.** МНВ може включати в себе: теоретичну частину, електронний довідник, інтерактивні практичні завдання у вигляді, наприклад, відеосимуляцій, блок тестування, який може бути вбудований безпосередньо в теоретичну частину або лабораторний практикум. Наведемо елементи ( $E_{1=\overline{1,8}}$ ), які доцільно використовувати в процесі навчання за дисципліною «Теорія кольору»:

- $E_1$  – презентації (електронні слайди, які можуть включати в себе анімацію, аудіо- та відео- фрагменти, елементи інтерактивності. Для створення презентацій доцільно використовувати такі програмні засоби, як PowerPoint, Prezi, Google Presentation, Slideshare, Open Impress та ін.;

- $E_2$  – ілюстраційні матеріали (використовуються у поєднанні з текстом і динамічною інформацією різних типів. В МНВ застосовуються для більш повної візуалізації процесу подання систематизованого матеріалу з теорії кольору);

– E<sub>3</sub> – інтерактивні елементи (допомагають адаптувати подання навчального матеріалу таким чином, щоб зробити його зрозумілим для користувача, наприклад, використовувати при створенні навчальних ігор, вправ, завдань тощо);

– E<sub>4</sub> – аудіо підказки (дають змогу користувачам отримувати потрібну їм інформацію у звуковому вигляді, наприклад, використовувати звукові підказки, поради, роз'яснення тощо);

– E<sub>5</sub> – система тестування (у вигляді інтерактивних питань різного ступеня складності для визначення рівня отриманих користувачем знань та вмій);

– E<sub>6</sub> – електронний посібник (як правило, представляє теоретичну частину матеріалу, що вивчається, систематизовану за певними темами);

– E<sub>7</sub> – відео-уроки та відеосимуляції (застосування відео-уроків та відеосимуляцій у навчальному процесі дозволяє істотно підвищити ефективність процесу навчання, забезпечити можливість індивідуального вивчення матеріалу з конкретної предметної області);

– E<sub>8</sub> – словник термінів, глосарій (елемент, в якому представлені всі визначення в алфавітному порядку, які зустрічаються у МНВ).

**Етап 2.** Формування критеріальної бази оцінювання елементів видання, з урахуванням того, які компетентності видання має допомогти здобути відбувається на основі аналізу праць [18, 19].

Критерії вибору елементів МНВ пропонується формувати на основі функцій цього видання, а змістом функцій в свою чергу є формування у студентів певних компетентностей. Тому, критеріальна база включає в себе 10 компетентностей, які наведені у табл. 1.

Таблиця 1 – Критеріальна база оцінки елементів МНВ

№	Зміст компетентностей	Позначення
1	Будувати гармонійні колірні сполучення	W <sub>1</sub>
2	Виконувати адитивний та субтрактивний синтез кольору	W <sub>2</sub>
3	Вміти працювати з системою керування кольором	W <sub>3</sub>
4	Виконувати цифрову обробку зображень (кольорокорекція, кольороподіл, кольоровідтворення)	W <sub>4</sub>
5	Володіти навичками застосування наявних колірних схем та методів сполучення кольорів	W <sub>5</sub>
6	Вміти керувати кольором у ході створення друківаних та електронних видань	W <sub>6</sub>
7	Володіти навичками з вимірювання точності кольоровідтворення зображення, відповідно до його цифрового вигляду	W <sub>7</sub>
8	Створювати, підключати та перетворювати колірні профілі	W <sub>8</sub>
9	Створювати політики керування кольором	W <sub>9</sub>
10	Калібрувати та профілювати обладнання	W <sub>10</sub>

Експертиза повинна виявити найбільш важливі із компетентностей для опанування навчальної дисципліни «Теорія кольору». Для цього доцільно провести анкетування експертів, які визначають найбільш важливі компетентності (як критерії) для подальшого вибору елементів МНВ.

У якості експертів виступили викладачі кафедри комп'ютерних систем і технологій ХНЕУ ім. Семена Кузнеця та представники поліграфічних підприємств та web-агенцій. Експертам була запропонована анкета для визначення ступеня важливості компетентностей зі шкалою оцінювання від 1 до 10.

Враховуючи те, що групова оцінка може вважатися досить надійною тільки за умови гарної узгодженості відповідей окремих експертів, було здійснено розрахунок значення коефіцієнту конкордації (K) за формулою:

$$K = \frac{12S}{m^2(n^3-n)}, \quad (1)$$

де S – середня сума  $x_{ij}$  рангів, отриманих і-ми об'єктами від j-х експертів;

m – кількість експертів, що брали участь у експертизі, при  $j = \overline{1, m}$ ;

n – кількість оцінюваних елементів (компетентностей), при  $i = \overline{1, n}$ .

Значення для S розраховується за формулою:

$$S = \sum_{j=1}^n \left( \sum_{i=1}^m x_{ij} - \frac{1}{2} m(n+1) \right)^2. \quad (2)$$

Коефіцієнт K змінюється в діапазоні від «0» до «1». Чим ближче його значення до «1», тим більш узгодженими є оцінки експертів [17]. Результати отриманих оцінок експертів наведено в табл. 2.

Таблиця 2 – Оцінки експертів

Критерій	Відповіді j-го експерта											$\Sigma$	$\Sigma^2$	Ранг
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11			
W <sub>1</sub>	3	3	4	4	3	2	1	2	5	4	5	39	1521	3
W <sub>2</sub>	10	10	7	9	7	7	10	8	7	9	10	94	8836	9
W <sub>3</sub>	6	5	2	1	2	3	4	1	6	6	6	42	1764	4
W <sub>4</sub>	1	6	1	2	1	4	6	3	4	2	1	31	961	1
W <sub>5</sub>	7	9	8	10	10	8	9	9	10	7	9	96	9216	10
W <sub>6</sub>	5	4	3	3	4	1	2	4	2	1	4	33	1089	2
W <sub>7</sub>	8	7	10	8	8	10	7	7	9	10	7	91	8281	7
W <sub>8</sub>	9	8	9	7	9	9	8	10	8	8	8	93	8649	8
W <sub>9</sub>	2	2	6	5	6	5	3	5	1	3	2	40	1600	5
W <sub>10</sub>	4	1	5	6	5	6	5	6	3	5	3	49	2401	6
Усього:												608	44318	

Розраховане значення для K дорівнює 0,73, що говорить про високу узгодженість думок експертів у виборі критеріїв для оцінки елементів МНВ. Отже, можна переходити до наступних розрахунків.

На основі отриманих оцінок, здійснюється розрахунок коефіцієнтів вагомості усіх виділених елементів за допомогою формули:

$$U_i = \sum_{j=1}^m x_{ij} / \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m x_{ij}, \quad (3)$$

де  $U_i$  – вага елемента оцінювання;

$x_{ij}$  – елемент на перетинанні і-рядка та j-го стовпця матриці оцінювання.

Результати розрахунків наведено у табл. 3.

Таблиця 3 – Розраховані ваги критеріїв

Критерій	Відповіді j-го експерта											$\Sigma$	$U_i$
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
$W_1$	8	8	7	7	8	9	10	9	6	7	6	85	0,140
$W_2$	1	1	4	2	4	4	1	3	4	2	1	27	0,045
$W_3$	5	6	9	10	9	8	7	10	5	5	5	79	0,131
$W_4$	10	5	10	9	10	7	5	8	7	9	10	90	0,149
$W_5$	4	2	3	1	1	3	2	2	1	4	2	25	0,041
$W_6$	6	7	8	8	7	10	9	7	9	10	7	88	0,145
$W_7$	3	4	1	3	3	1	4	4	2	1	4	30	0,050
$W_8$	2	3	2	4	2	2	3	1	3	3	3	28	0,046
$W_9$	9	9	5	6	5	6	8	6	10	8	9	81	0,134
$W_{10}$	7	10	6	5	6	5	6	5	8	6	8	72	0,119
Усього:												605	1,00

Отримані коефіцієнти вагомості є підґрунтям для визначення найбільш вагомих елементів (компетентностей), для яких виконується умова:

$$U_i > 1/n. \quad (4)$$

Згідно з кваліметричними вимогами [20], порогове значення ( $U_i$ ) дорівнює 0,1. Тому, в якості доцільних для подальшого врахування та здійснення відповідних розрахунків було визначено наступні елементи:  $W_1(U_1=0,140)$ ,  $W_3(U_3=0,131)$ ,  $W_4(U_4=0,149)$ ,  $W_6(U_6=0,145)$ ,  $W_9(U_9=0,134)$ ,  $W_{10}(U_{10}=0,119)$ .

Коефіцієнти вагомості даних елементів перераховуються за формулою:

$$Q_d = U_i^* / \sum_{i=1}^k U_i^*, \quad (5)$$

де  $Q_d$  – перерахований ваговий коефіцієнт, при  $d \in i$ ;

$U_i^*$  – коефіцієнт вагомості елемента, для якого дійсна умова (4);

$k$  – кількість найбільш вагомих елементів, при  $k \in n$ .

Перераховані вагові коефіцієнти наведено в табл. 4.

Таблиця 4 – Перерахунок коефіцієнтів вагомості

Критерій	Відповіді j-го експерта											$\Sigma_i$	$Q_d$
	1	2	3	4	5	6	8	9	9	10	11		
$W_1$	8	8	7	7	8	9	10	9	6	7	6	85	0,172
$W_3$	5	6	9	10	9	8	7	10	5	5	5	79	0,160
$W_4$	10	5	10	9	10	7	5	8	7	9	10	90	0,182
$W_6$	6	7	8	8	7	10	9	7	9	10	7	88	0,178
$W_9$	9	9	5	6	5	6	8	6	10	8	9	81	0,163
$W_{10}$	7	10	6	5	6	5	6	5	8	6	8	72	0,145
Усього:												495	1

Таким чином найбільш значущими критеріями вибору елементів МНВ є:  $W_1(Q_d = 0,172)$ ,  $W_3(Q_d = 0,160)$ ,  $W_4(Q_d = 0,182)$ ,  $W_6(Q_d = 0,178)$ ,  $W_9(Q_d = 0,163)$ ,  $W_{10}(Q_d = 0,145)$ .

**Етап 3.** Процес вибору структурних елементів для створення МНВ відбувається на основі їх бального оцінювання та обчислення вагових

коефіцієнтів. Реалізація даного етапу спрямована на визначення елементів, що доцільно використати при створенні МНВ в розрізі набуття обраних на етапі 2 компетентностей ( $W_1, W_3, W_4, W_6, W_9, W_{10}$ ). Для кожної компетентності обираються відповідні структурні елементи, за допомогою яких вона буде реалізована найліпше.

Враховуючи елементи (E), визначені на етапі 1, було здійснено бальне оцінювання за відповідною шкалою (від 1 до 8) для кожної із компетентностей (W) в залежності від того, завдяки якому елементові найкраще вдасться реалізувати конкретну компетентність.

Результати оцінювання наведено в табл. 5.

Таблиця 5 – Визначення найважливіших елементів МНВ

Елементи видання (E)	Компетентності (W)						$\Sigma$	Вага (R)
	$W_1$	$W_3$	$W_4$	$W_6$	$W_9$	$W_{10}$		
Презентації (E <sub>1</sub> )	1	1	1	2	3	2	10	0,046
Ілюстраційні матеріали (E <sub>2</sub> )	6	3	4	3	6	5	27	0,125
Інтерактивні елементи (E <sub>3</sub> )	7	8	8	6	7	8	44	0,20
Аудіо підказки (E <sub>4</sub> )	3	5	3	4	1	3	19	0,087
Система тестування (E <sub>5</sub> )	4	4	5	5	4	4	26	0,12
Електронний посібник (E <sub>6</sub> )	5	6	7	7	5	6	36	0,16
Відео-уроки та відеосимуляції (E <sub>7</sub> )	8	7	6	8	8	7	44	0,20
Словник термінів, глосарій (E <sub>8</sub> )	2	2	2	1	2	1	10	0,046
Сумарна оцінка:							216	1

Визначення вектору вагових коефіцієнтів (R) здійснюється шляхом складання елементів кожного рядка й поділу отриманої суми на суму всіх сум елементів рядків [17]. Далі, на основі отриманих оцінок, були розраховані коефіцієнти вагомості (R) усіх виділених елементів. Найбільш доцільними для реалізації у МНВ «Теорія кольору» є такі структурні елементи: E<sub>2</sub> (R = 0,125), E<sub>3</sub>(R = 0,2), E<sub>5</sub>(R = 0,12), E<sub>6</sub>(R = 0,16), E<sub>7</sub>(R = 0,2).

**Етап 4.** Для практичної реалізації визначених структурних елементів МНВ треба прийняти обґрунтоване рішення про вибір відповідного програмного забезпечення. Для цього пропонується оцінити альтернативні засоби розроблення на основі визначення зваженого балу і значення функції корисності альтернатив.

Кожен із визначених на попередньому етапі структурних елементи МНВ пропонується подати, як критерій для вибору програмного забезпечення. Далі здійснюється оцінювання альтернатив ( $A_x$ ) за критеріями на основі експертної інформації, отриманої у вигляді кількісного шкалювання.

По аналогії з формулою (5), здійснюється перерахунок вагових коефіцієнтів елементів  $R^*(E_i)$ .

Експертам по кожній з альтернатив було запропоновано проставити бали ( $BL_x^{k=0,10}$ ) за шкалою від 0 (неможливо реалізувати) до 10 (повна міра реалізації). Результати відповідей перших двох експертів представлені у табл. 6-7.

Таблиця 6 – Оцінювання альтернатив експертом №1 ( $G_{j=1}$ )

Альтернативи, ( $A_x$ )	Елементи видання ( $E_l$ ), як критерії вибору					Зважений бал, $X_j(A_x)$
	$R^*(E_2) =$ 0,15	$R^*(E_3) =$ 0,25	$R^*(E_5) =$ 0,15	$R^*(E_6) =$ 0,20	$R^*(E_7) =$ 0,25	
Adobe Captivate, $A_1$	10	10	9	9	10	9,65
AutoPlay Media Studio, $A_2$	10	6	5	9	2	6,05
Adobe Animate, $A_3$	10	8	5	7	3	6,4

Таблиця 7 – Оцінювання альтернатив експертом №2 ( $G_{j=2}$ )

Альтернативи, ( $A_x$ )	Елементи видання ( $E_l$ ), як критерії вибору					Зважений бал, $X_j(A_x)$
	$R^*(E_2) =$ 0,15	$R^*(E_3) =$ 0,25	$R^*(E_5) =$ 0,15	$R^*(E_6) =$ 0,20	$R^*(E_7) =$ 0,25	
Adobe Captivate, $A_1$	10	9	8	9	10	9,25
AutoPlay Media Studio, $A_2$	10	4	5	8	1	5,1
Adobe Animate, $A_3$	8	6	7	7	4	6,15

Зважений бал ( $X_j(A_x)$ ) розраховується за формулою (значення  $X_j(A_x)$  по кожній  $A_x$  є станом цієї альтернативи):

$$X_j(A_x) = \sum_{x,l=1}^5 R^*(E_l) * BL_x^{k=0,10}. \quad (6)$$

Результати опитування експертної групи подано в табл. 8.

Таблиця 8 – Аналіз результатів опитування експертної групи

$A_x$	Експерти ( $G_j$ ), при $j=\overline{1,m}$											$\sum_j^m X_j$	Середнє арифме- тичне
	$G_1$	$G_2$	$G_3$	$G_4$	$G_5$	$G_6$	$G_7$	$G_8$	$G_9$	$G_{10}$	$G_{11}$		
$A_1$	9,65	9,25	8,85	9,3	9,1	9,1	6,5	10	5,65	7,2	6,65	91,25	8,29
$A_2$	6,05	5,1	6,6	7,3	6,8	5,85	7,05	6,6	8,2	7,3	6,75	73,6	6,69
$A_3$	6,4	6,15	7,4	7,35	8,15	6,8	8,15	8,35	3,8	4,4	6,8	73,75	6,70

Для оцінювання узгодженість експертних оцінок за допомогою визначених оцінок розраховується варіаційний розмах [21]):  $R1 = X_{\max} - X_{\min} = 10 - 5,65 = 4,35$ ;  $R2 = X_{\max} - X_{\min} = 8,2 - 5,1 = 3,1$ ;  $R3 = X_{\max} - X_{\min} = 8,35 - 3,8 = 4,55$ .

При малому числі спостережень ( $n < 30$ ) використовується показник виправленого вибіркового середньоквадратичного відхилення:

$$\sigma^* = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}. \quad (7)$$

Так,  $\sigma_1 = 1,4626$ ,  $\sigma_2 = 0,8328$ ,  $\sigma_3 = 1,4801$ .

Значення коефіцієнту варіації ( $V$ ) розраховується за формулою:

$$V = \frac{\sigma}{\bar{x}} 100\%. \quad (8)$$

$V_1 = 1,4626 / 8,29 * 100\% = 0,176$  ( $V < 0,2$  – хороша узгодженість);

$V_2 = 0,8328 / 6,69 * 100\% = 0,124$  ( $V < 0,2$  – хороша узгодженість);

$V_3 = 1,4801 / 6,7 * 100\% = 0,220$  ( $V > 0,2$  – середня узгодженість).

Зроблені розрахунки надали можливість зробити висновок про те, що експертні оцінки мають хорошу узгодженість (враховуючи, що два з коефіцієнтів мають значення менше ніж 0,2).

Виходячи з отриманих результатів, слід вибрати кращу альтернативу за допомогою визначення значення функції її корисності. Пропонується обрати альтернативу з максимальним значенням функції корисності за формулою:

$$f(A_x) = \sum_j^m X_j(A_x) \rightarrow \max. \quad (9)$$

Отримані результати показують, що кращою альтернативою для розроблення МНВ за навчальною дисципліною «Теорія кольору» із визначеними структурними елементами є Adobe Captivate ( $f(A_x) = 91,25$ ).

### Розроблення елементів МНВ та його інтерактивної складової

На основі застосування обраного програмного забезпечення – Adobe Captivate, була здійснена практична реалізація визначених на етапі 3 складових елементів та всього МНВ з дисципліни «Теорія кольору».

Сторінка зі змістом подана у вигляді кольорного кола з тематичними іконками та спливаючими написами. Основну частину МНВ становить електронний навчальний посібник обсягом – 142 сторінки, тобто теоретична частина навчальної дисципліни, яка подана в чіткій послідовності тем. На рис. 1 наведено вигляд змісту та типової сторінки електронного посібника (елемент  $E_6$ ) з ілюстраційним матеріалом (елемент  $E_2$ ). На сторінках передбачена навігація для переміщення за сторінками та повернення в меню чи на головну сторінку. Для розроблення кнопок та іконок використовувалися як можливості програми Adobe Captivate, так і можливості Adobe Photoshop і Adobe Illustrator.

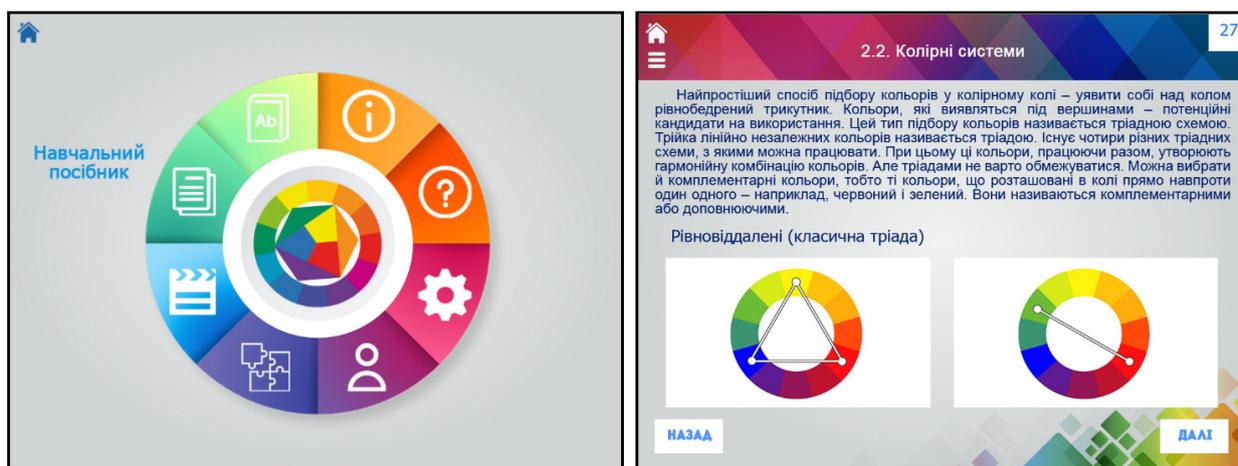


Рисунок 1 – Зміст та типова сторінки електронного посібника (елемент  $E_6$ ) з ілюстраційним матеріалом (елемент  $E_2$ )

Для забезпечення високого рівня наочності в електронному посібнику показуються приклади певних об'єктів та процесів, використовуючи при цьому, для їх представлення, різні інтерактивні елементи. Наприклад, на рис. 2 подано

як при наведенні на сектор колірної кола з'являється назва відповідного йому кольору. При подальшій взаємодії користувача з функціоналом даної сторінки, мається можливість для побудови гармонії взаємодоповнюючих кольорів на колірному колі із появою їх назв.

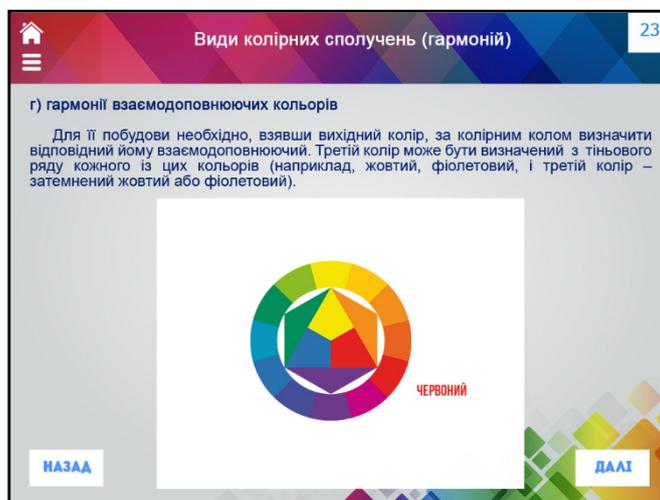


Рисунок 2 – Приклад використання інтерактивних елементів (елемент E<sub>3</sub>) на сторінках E<sub>6</sub>

У МНВ реалізовано багато інтерактивних тематичних завдань і вправ з теорії кольору. Під час їх виконання користувач вчиться, залучаючись до процесу роботи з кольором. Наприклад, реалізовані завдання на складання тематичних пазлів (рис. 3) з часовими обмеженнями та контролем вірності виконання.

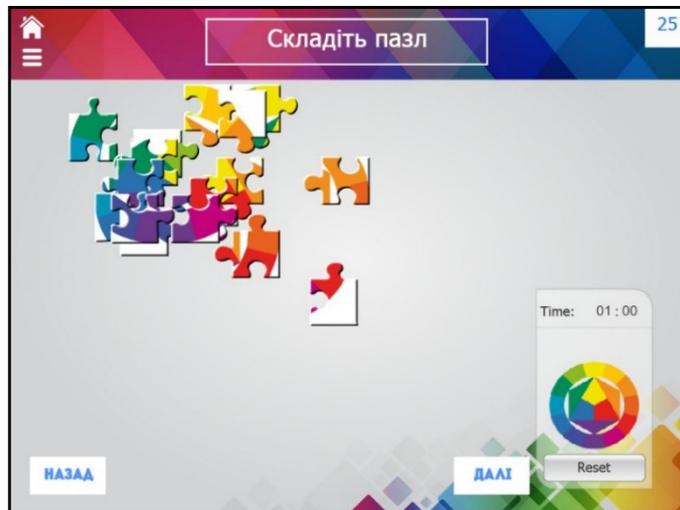
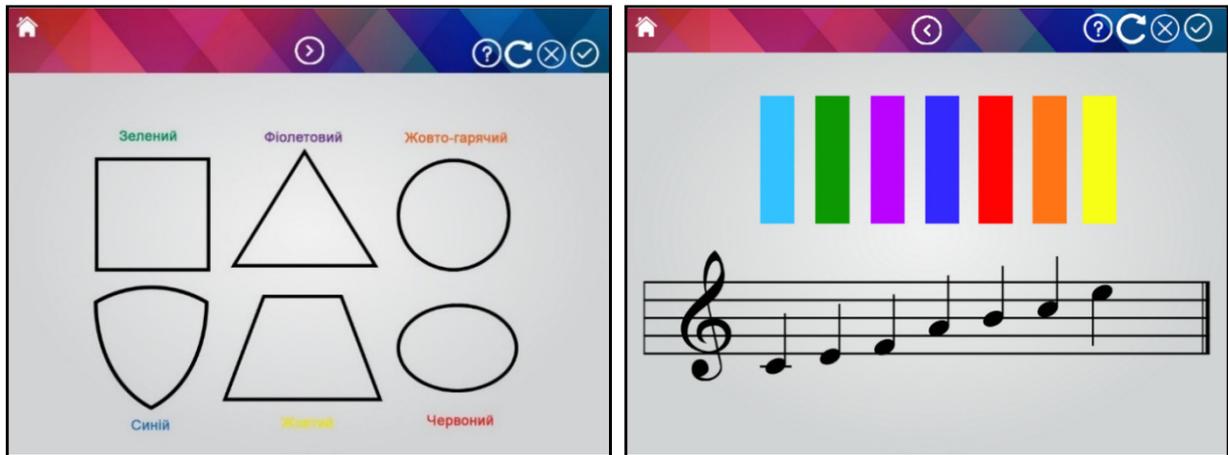
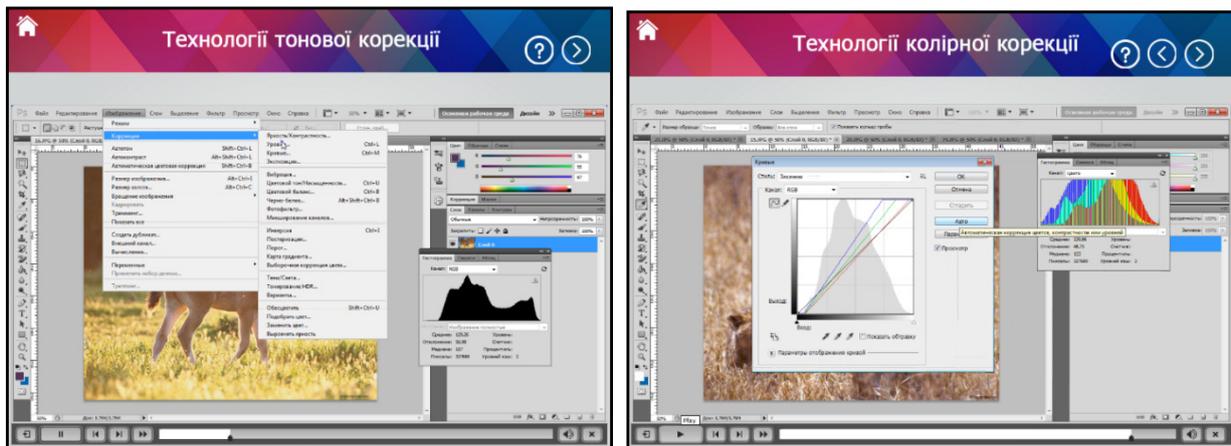


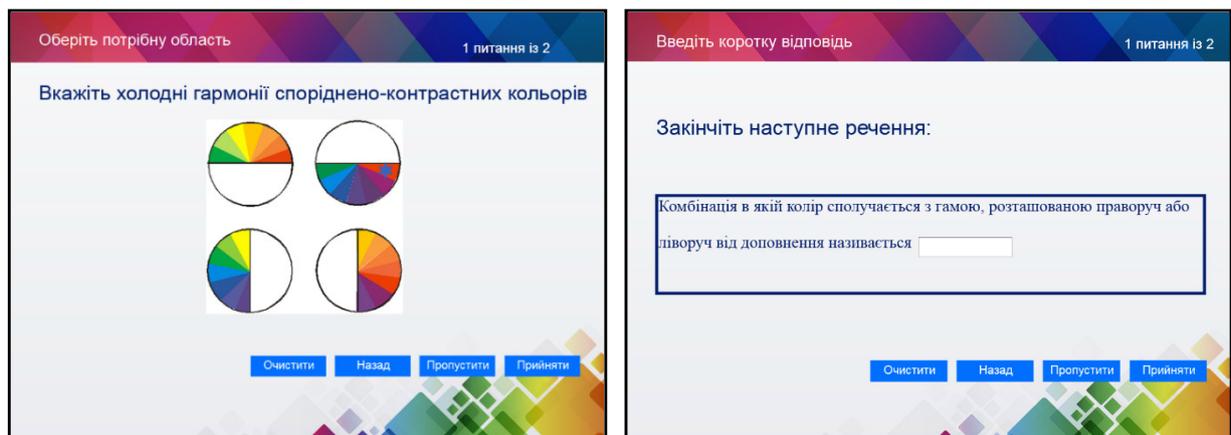
Рисунок 3 – Приклад реалізації інтерактивного завдання (елемент E<sub>3</sub>) у вигляді складання тематичного пазлу

Також дане МНВ містить багато інтерактивних ігор за матеріалом теорії кольору, наприклад, на зіставлення кольору та форми, на розміщення кольорових прямокутників на нотному стані у вірному співвідношенні (рис. 4) та ін.

У розробленому мультимедійному навчальному виданні «Теорія кольору» присутні активні та пасивні навчальні відеосимуляції (рис. 5).

Рисунок 4 – Приклади реалізації інтерактивних ігор (елемент E<sub>3</sub>)Рисунок 5 – Приклади активних навчальних відеосимуляцій (елемент E<sub>7</sub>)

На рис. 6 наведено приклади інтерактивних тестових завдань, вбудованих в електронний посібник, з різними типами питань (а саме, на основі вибору правильної області користувачем та надання відкритої відповіді).

Рисунок 6 – Приклади інтерактивних тестових завдань (елемент E<sub>5</sub>) на вибір вірної області та на запитання з відповіддю відкритого типу

Таким чином, в рамках практичної реалізації МНВ було розроблено електронний посібник (елемент E<sub>6</sub>) з ілюстраційним матеріалом (елемент E<sub>2</sub>), інтерактивні вправи, завдання, релаксаційні ігри (елемент E<sub>3</sub>), пасивні та активні навчальні відеосимуляції (елемент E<sub>7</sub>) та інтерактивні тести (елемент E<sub>5</sub>).

## Висновки

Запропоноване економіко-математичне підґрунтя у вигляді цілісної методика дозволяє правильно спланувати та розробити структурне представлення мультимедійного видання через компетентнісну складову навчання за дисципліною «Теорія кольору», а також обрати програмне забезпечення для практичної реалізації видання. Розроблене за цією методикою МНВ «Теорія кольору» забезпечує відповідність його змістовному наповненню програми навчальної дисципліни, надає можливість для побудови користувачем власної траєкторії навчання, забезпечує комплексність подання інформації, навчання на основі відеосимуляцій, виконання інтерактивних завдань та вправ, тестування користувача.

### Список літератури

1. Бондар І.О., Павленко Н.О. Методика створення мультимедійного навчального комплексу з інформатики для глухонімих // Системи обробки інформації. 2014. №1(117). С. 244-250.
2. Бондар І.О., Хорошевський О.І. Методика вибору елементів програмного комплексу для створення й обробки мультимедійного видання // Системні дослідження та інформаційні технології. 2010. № 1. С. 39-61.
3. Пушкар О.І., Бондар І.О. Моделювання структурної побудови електронного журналу ігрового спрямування // Системи обробки інформації. 2017. № 2 (148). С. 237-241.
4. Афанасьєв М. В., Ромашова Я. В. Методика створення електронного підручника та його структури / за ред. Пономаренка В.С. Харків : ХНЕУ, 2010. 36 с.
5. Бондар І.О. Технологічні особливості розробки мультимедійних проектів електронного навчання / Концептуальні засади створення системи підтримки електронного навчання у вищій школі нового покоління: монографія / Під ред. д.е.н., проф. Пономаренка В.С., д.е.н., проф. О. І. Пушкаря. Харків : ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2018. С. 105-124.
6. Бондар І.О., Грабова А.С. Специфіка здійснення процесу розробки мультимедійного видання «Графічний дизайн». Молодий вчений. 2017. №9 (49). С. 437-445.
7. Хорошевська І.О., Бондар А.В. Розробка методики створення мультимедійного видання «Самовчитель гри на фортепіано». Вчені записки Таврійського національного університету імені В.І. Вернадського. Серія: технічні науки. Т. 30 (69), №5, 2019. Ч. 1. С. 185-193.
8. Хорошевська І.О. Структура представлення інформації в технічному завданні на створення мультимедійних дидактичних навчальних комплексів. Вчені записки Таврійського національного університету імені В.І. Вернадського. Серія: технічні науки. Т. 29 (68), №5. 2018. С. 85-93.
9. Хорошевська І.О. Структура віртуального навчального середовища підтримки студентоцентрованого навчання зі спеціальності «Видавництво та поліграфія». Інформаційні технології і засоби навчання. 2020. Том 78. №4. С. 203-218.
10. Бондар І.О. Назарова С.О. Особливості архітектурної побудови та практичної реалізації мультимедійного навчального комплексу з дисципліни «Теорія кольору» / Педагогічний дизайн засобів електронного навчання на робочому місці: монографія // Під ред. Пономаренка В.С., О. І. Пушкаря. Харків : ХНЕУ ім.С. Кузнеця, 2017. С. 113-140.
11. Бондар І. О. Контентний аналіз мультимедійного навчального комплексу з дисципліни «Теорія кольору». Інформаційні технології і засоби навчання. 2018. Том 63. №1. С. 95-106.
12. Хорошевська І.О., Глебов В.О. Етапи методики та особливості розробки мультимедійного навчального видання з дисципліни «Теорія кольору». Поліграфічні,

мультимедійні та web-технології: тези доп. IV Міжнар. наук.-техн. конф. (Харків, 14-17 травня 2019 р.). Харків, 2019. Т1. С. 124-125.

13. Хорошевська І.О., Глебов В.О. Методика розробки мультимедійного навчального видання з дисципліни «Теорія кольору». Молодий вчений. 2019. №10(74). С. 20-26.

14. Хорошевська І.О. Мультимедійний дидактичний комплекс з дисципліни «Теорія кольору». URL: <http://www.tkl.mdk.ksue.edu.ua>.

15. Опитування як провідний метод збору соціологічної інформації. URL: <https://studfiles.net/preview/5835477/page:2>.

16. Метод анкетування. URL: <https://studopedia.org/10-136070.html>.

17. Макаров И.М., Виноградская Т.М., Рубчинский А.А., Соколов В.Б. Теория выбора и принятие решений: Учебное пособие. Москва: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1982. 328 с.

18. Бондар І.О. Теорія кольору: навчальний посібник для студентів напряму підготовки 6.051501 «Видавничо-поліграфічна справа». Харків: ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2016. 164 с.

19. Хорошевська І.О. Теорія кольору : робоча програма навчальної дисципліни для студентів спеціальності 186 «Видавництво та поліграфія» першого (бакалаврського) рівня. Х.: ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2020 р. 13 с.

20. Подольская М.Н. Квалиметрия и управление качеством: лабораторный практикум. Ч. 1. Экспертные методы. Тамбов: Изд-во ФГБОУВПО «ТГТУ», 2011. 80 с.

21. Показники варіації та формули для їх розрахунку. URL: [https://studopedia.su/13\\_61424\\_pokazniki-variatsii-ta-formuli-dlya-ih-rozrahunku.html](https://studopedia.su/13_61424_pokazniki-variatsii-ta-formuli-dlya-ih-rozrahunku.html).

УДК 515.2

## ЗАСТОСУВАННЯ R-ФУНКЦІЙ ДЛЯ ПОБУДОВИ ГЕОМЕТРИЧНИХ ОРНАМЕНТІВ З ЕЛЕМЕНТАМИ СИМЕТРІЇ

**Челомбітько В.Ф.**

к.т.н., доцент, кафедра Медіасистем та технологій,  
Харківський національний університет радіоелектроніки

*Анотація.* Наведено спосіб практичного застосування R-функцій до складання у неявному вигляді рівнянь зображень з елементами симетрії у середовищі математичного пакету Maple.

*Ключові слова:* МЕТОД R-ФУНКЦІЙ, ВІЗЕРУНОК, ГЕОМЕТРИЧНІ ОРНАМЕНТИ, РЕКУРСИВНІ ПОБУДОВИ, MAPLE.

### Вступ

Орнаменти є надбанням світової культури, адже вони відображають особливості характеру цілих народів. Орнамент – це візерунок, що складається з ритмічно впорядкованих елементів. Орнамент будується за особливими законами, за допомогою певних засобів. Головний засіб – це геометричне перетворення. Орнаменти бувають спокійні і виважені, але бувають імпульсивні і різкі для сприйняття [1]. Для України орнаменти займають особливе місце, адже вони визначають прояви знакових систем трипільської культури, і є відомими ще з стародавніх часів [2-4]. Тому актуальними будуть дослідження, спрямовані на формалізацію побудови засобами обчислювальної техніки орнаментів з елементами симетрії.

У процесі історичного та культурного розвитку у місцевостях України утворились характерні орнаментальні мотиви і композиції, найбільш улюблена і поширена колірна гама, специфічні техніки виконання. Майстри розвивали і вдосконалювали кращі досягнення своїх попередників. Геометричні орнаменти складались з різноманітних геометричних фігур: трикутників, ромбів, квадратів, кружечків, тощо. У назвах орнаментальних мотивах вражає образна спостережливість, тонке поетичне почуття. Це «барвінок», «хмелик», «курячий брід», «гарбузове листя», «зозулька», тощо [1]. Здавна елементи орнаменту символізували певні явища природи та природні істоти. Наприклад, «вужики» або «кривульки» - то знаки води, тобто життя. А чотирикутники, кружечки - то символ Сонця [2].

Існує значна кількість математичних способів опису та побудови орнаментів засобами обчислювальної техніки. В даній роботі перевагу віддано теорії R-функцій. В роботі [5] розкрито ідеї теорії R-функцій, надано приклади її деяких впроваджень. Застосування методу R-функцій до побудови рівнянь зображень, що мають симетрію, наведено в роботі [6]. В роботі [7] розглянуто

побудову симетричних функцій для симетричних зображень. Але відкритим залишається питання раціонального застосування R-функцій до побудови рівнянь зображень з елементами симетрії.

### Мета та задачі дослідження

Навести способи застосування R-функцій до складання у неявному вигляді рівнянь зображень орнаментів з елементами симетрії відносно точки, відносно прямої та симетрії повороту.

Розглянути способи практичного застосування R-функцій до складання у неявному вигляді рівнянь зображень з елементами симетрії у середовищі пакету Maple.

Розробити алгоритми складання та побудови орнаментів на площині у середовищі алгоритмічної мови Maple, які базуються на головних принципах створення візерунків.

### Основна частина

Спочатку наведемо деякі визначення.

На площині  $Oxy$  опорною областю  $A$  функції  $f(x,y)$  називається множина точок, де функція  $f(x,y)$  приймає невід'ємні значення [8].

Опорна область визначає геометричну форму множини точок на площині, тому з окремими опорними областями можна виконувати логічні операції об'єднання, перетину та доповнення. Для цього у теорії R-функцій існують аналоги логічних операцій у вигляді R-операцій.

R-диз'юнкція опорних областей  $A_1$  і  $A_2$  забезпечується операцією над функціями  $f_1$  і  $f_2$ , що дозволяє одержати таку функцію, опорна область якої є об'єднанням областей  $A_1$  і  $A_2$ . R-диз'юнкція позначається

$$f_3(x, y) = f_1(x, y) \vee_R f_2(x, y) \quad \text{або} \quad A_3 = A_1 \vee_R A_2.$$

R-кон'юнкція опорних областей  $A_1$  і  $A_2$  забезпечується операцією над функціями  $f_1$  і  $f_2$ , що дозволяє одержати таку функцію, опорна область якої є перетином областей  $A_1$  і  $A_2$ . R-кон'юнкція позначається

$$f_4(x, y) = f_1(x, y) \wedge_R f_2(x, y) \quad \text{або} \quad A_4 = A_1 \wedge_R A_2.$$

R-заперечення опорної області  $A_1$  – це операція над функцією  $f_1$ , що дозволяє одержати таку функцію, опорна область якої є доповненням  $A_1$  до всієї площини  $Oxy$ . R-заперечення позначається

$$f_5(x, y) = \overline{f_1(x, y)}, \quad \text{або} \quad A_5 = \overline{A_1}.$$

Аналітично це зводиться до зміни знаків у виразі  $A_1$ :  $f_1(x, y) \geq 0$ . Іншими словами, за бажанням можемо обрати одну з двох опорних областей, що доповнюють одна одну до площини  $Oxy$ .

На рис. 1 надано ілюстрації зазначених R-операцій. Найпростішими аналітичними реалізаціями цих R-операцій відображені у таких формулах.

R-диз'юнкція:  $f_1 \vee_R f_2 = \max(f_1, f_2) = 0,5 \{f_1 + f_2 + |f_1 - f_2|\}$ ;

R-кон'юнкція:  $f_1 \wedge_R f_2 = \min(f_1, f_2) = 0,5 \{f_1 + f_2 - |f_1 - f_2|\}$ .

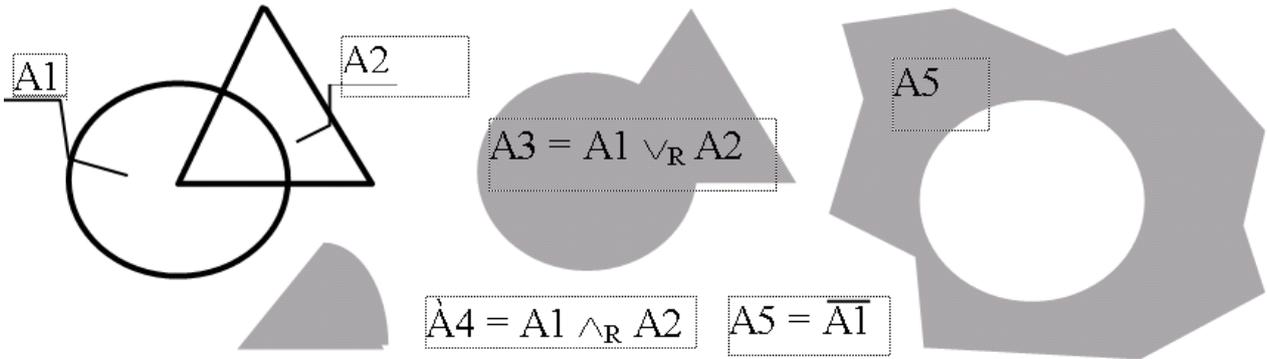


Рисунок 1 – Ілюстрації до R-диз'юнкції, R-кон'юнкції та R-заперечення

Визначення опорних областей складних фігур розберемо на прикладах.

*Приклад 1.* Визначити опорну область кута між прямими k і m, сторони якого перетинають вісь x.

Запишемо рівняння прямих:

k:  $x/4 + y/5 = 1$ ;

m:  $x - y = 1$ ,

а потім перепишемо їх як нерівності опорних областей:

A1:  $1 - x/4 - y/5 \geq 0$

і A2:  $x - y - 1 \geq 0$ ,

та перевіримо підстановкою координат точки 0,0.

Обидві нерівності записано вірно, бо у першому випадку результат додатній, а у другому – від'ємний. Тепер над опорними областями A1 та A2 виконаємо операцію R-кон'юнкції, тобто одержати нову опорну область  $F = A1 \wedge_R A2$  (рис. 2).

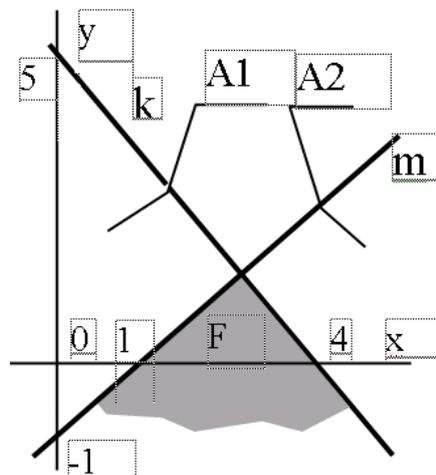


Рисунок 2 – До визначення опорної області кута між прямими

*Приклад 2.* Визначити опорну область фігури, що нагадує форму «півмісяця».

Цю форму утворюють два кола з опорними областями (рис. 3), що описуються нерівностями  $A1: 9 - x^2 - y^2 \geq 0$  та  $A2: (x - 3)^2 + (y - 3)^2 - 9 \geq 0$ , і над якими теж треба виконати операцію R-кон'юнкції  $F2 = A1 \wedge_R A2$ .

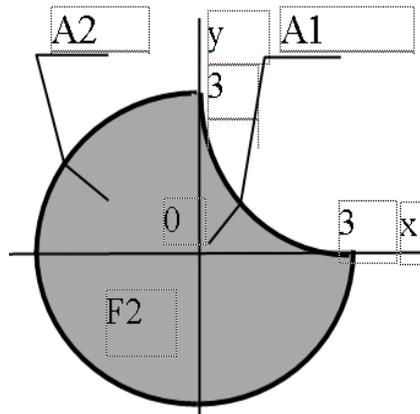


Рисунок 3 – До визначення опорної області «півмісяця»

Зменшення кількості опорних областей спрощує логічні формули. Найчастіше це можна зробити за рахунок використання симетрії зображень, тобто раціонально розташовувати системи координат.

Наприклад, дві і навіть чотири опорні області можна описати одним рівнянням, якщо є симетрія відносно:

– осі  $x$  -  $A: f(x, |y|) \geq 0$ . Наприклад,  $A: 2 - |y| \geq 0$  утворює горизонтальну смугу шириною 4 (рис. 4);

– осі  $y$  -  $A: f(|x|, y) \geq 0$ . Наприклад,  $A: 2 - |x| \geq 0$  утворює вертикальну смугу шириною 4 (рис. 5);

– двох осей  $A: f(|x|, |y|) \geq 0$ . Наприклад,  $1 - |x|/2 - |y|/3 \geq 0$  утворює ромб із діагоналями 4 і 6 (рис. 6).

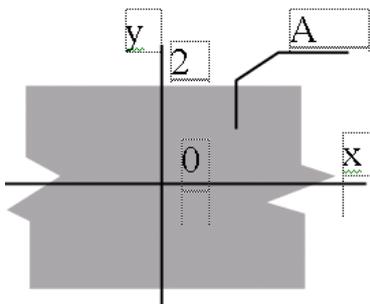


Рисунок 4

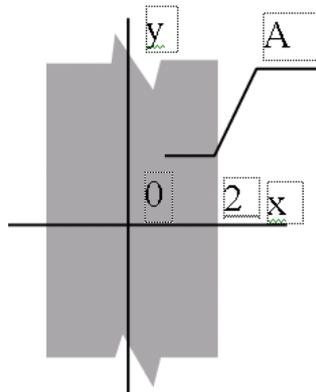


Рисунок 5

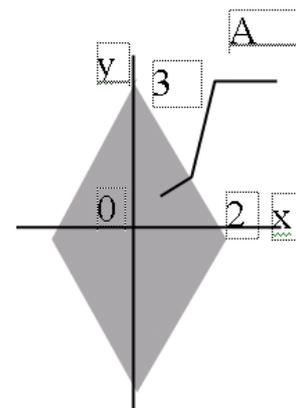


Рисунок 6

У деяких випадках для опису окремих елементів зображень необхідно використовувати додаткові опорні області. Найчастіше це роблять, коли описують різні спряження чи частину зображення треба обмежити з якогось боку.

*Приклад 3.* Для побудови спряження кута, утвореного опорними областями  $A1$  та  $A2$ , спочатку за допомогою додаткової області  $A3$  треба сформулювати зрізаний кут, а потім до нього приєднати опорну область кола  $A4$  (рис. 7). Логічна формула такого зображення буде мати такий вигляд

$$B = (A1 \wedge_R A2 \wedge_R A3) \vee_R A4.$$

*Приклад 4.* Для зображення на рис. 8 горизонтальну смугу спочатку слід обмежити з боку круга, а потім необхідно об'єднати з ним. З урахуванням симетрії це обмеження зроблено з використанням опорних областей  $A1$  і  $A2$ . Остаточно одержуємо

$$B = (A1 \wedge_R A2) \vee_R A3.$$

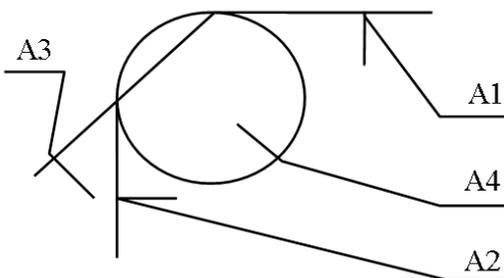


Рисунок 7

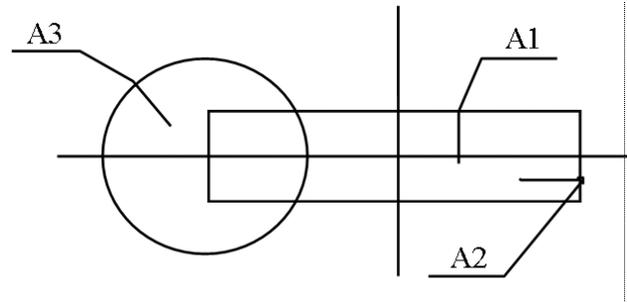


Рисунок 8

Для програмної реалізації побудови орнаментів необхідно задати  $R$ -операції у вигляді (тут і далі збережено синтаксис мови Maple):

$$\begin{aligned} o &:= (a, b) \rightarrow (a+b+abs(a-b))/2: \\ p &:= (a, b) \rightarrow (a+b-abs(a-b))/2: \end{aligned}$$

Задамо першу і другу осі симетрії у вигляді

$$\begin{aligned} q &:= 2: \quad \alpha := \text{Pi}/3.: \\ \text{fosi1} &:= x*\cos(\alpha) + y*\sin(\alpha) - q: \\ q &:= 2: \quad \alpha := \text{Pi} - \text{Pi}/3.: \\ \text{fosi2} &:= x*\cos(\alpha) + y*\sin(\alpha) - q: \end{aligned}$$

Модульний примітив (рис. 9) задамо у вигляді

$$\begin{aligned} \text{f1} &:= (x, y) \rightarrow 4 - abs(x) - abs(y): \\ \text{f2} &:= (x, y) \rightarrow -5 + (x)^2 + (y)^2: \\ F &:= (x, y) \rightarrow p(\text{f1}(x, y), \text{f2}(x, y)); \end{aligned}$$

Для здійснення побудови симетричного модульного примітиву відносно першої осі симетрії слід застосувати формули:

$$\begin{aligned} X1 &:= 2*q*\cos(\alpha) - y*\sin(2*\alpha) - x*\cos(2*\alpha); \\ XI &:= 2 - \frac{y\sqrt{3}}{2} + \frac{x}{2} \\ Y1 &:= 2*q*\sin(\alpha) - x*\sin(2*\alpha) + y*\cos(2*\alpha); \end{aligned}$$

$$Y1 := 2\sqrt{3} - \frac{x\sqrt{3}}{2} - \frac{y}{2}$$

$$F1 := (x, y) \rightarrow F(X1, Y1);$$

На рис. 10 наведено сумісне зображення обраного модульного примітива з побудованим симетричним відносно першої осі зображенням примітива.

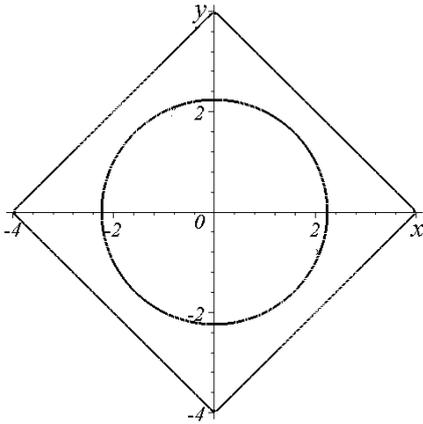


Рисунок 9 – Приклад модульного примітива

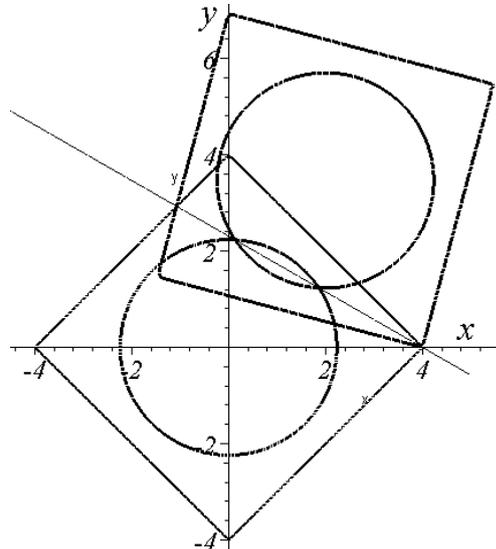


Рисунок 10 – Об'єднання модульного примітива з симетрією від осі № 1

Для здійснення побудови симетричного модульного примітиву відносно другої осі симетрії слід застосувати формули:

$$X2 := 2*q*cos(alpha) - y*sin(2*alpha) - x*cos(2*alpha);$$

$$X2 := \frac{x}{2} + \frac{y\sqrt{3}}{2} - 2$$

$$Y2 := 2*q*sin(alpha) - x*sin(2*alpha) + y*cos(2*alpha);$$

$$Y2 := 2\sqrt{3} + \frac{x\sqrt{3}}{2} - \frac{y}{2}$$

$$F2 := (x, y) \rightarrow F(X2, Y2);$$

На рис. 11 наведено сумісне зображення даного модульного примітива з побудованим симетричним відносно обох осей зображеннями.

До незаперечних переваг застосування R-функцій є можливість оперувати з опорними областями примітивів. Наприклад, якщо використати послідовність R-функцій у вигляді

$$FF := (x, y) \rightarrow p(p(F1(x, y), F2(x, y)), -F(x, y)),$$

то одержимо зображення, яке нагадує символ «страхіття» зі стародавніх орнаментів (рис. 12).

Крім того, за допомогою R-функцій можна будувати графік функції  $FF(x, y)$  (рис. 13), а також лінії рівня функції  $FF(x, y)$  (рис. 14), що може доповнювати виразні можливості при створенні орнаментів.

Для програмної реалізації побудови симетрій відносно точки необхідно задати R-диз'юнкцію та R-кон'юнкцію, відповідно, у вигляді синтаксису мови Maple [9]:

```
o := (a,b) -> (a+b+abs(a-b))/2:
p := (a,b) -> (a+b-abs(a-b))/2:
```

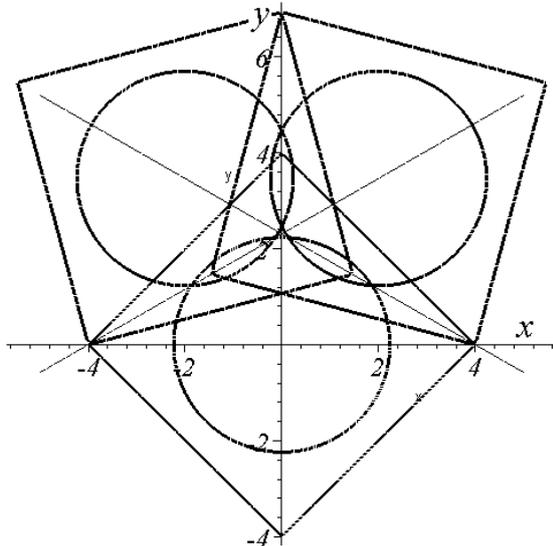


Рисунок 11 – Об'єднання модульного примітива з відбиттям від обох осей

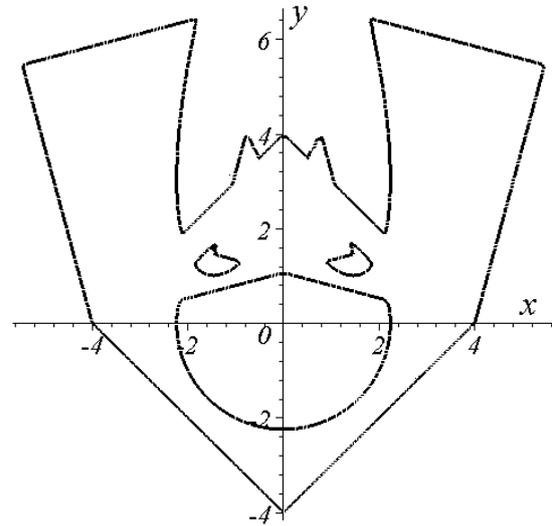


Рисунок 12 – Зображення, яке одержано за допомогою R-функцій

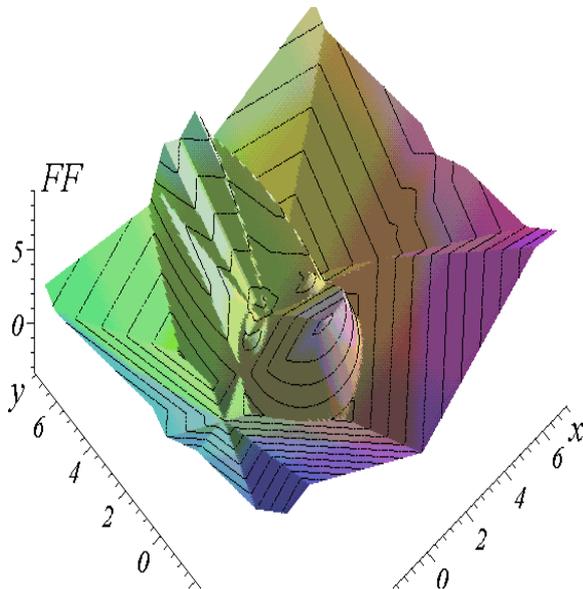


Рисунок 13 – Графік функції  $FF(x,y)$

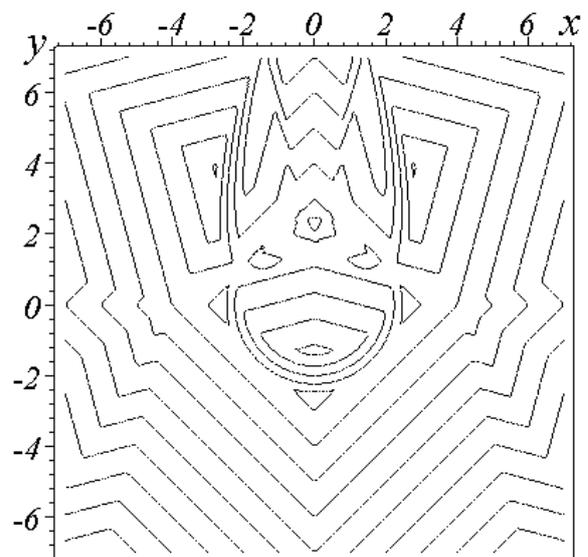


Рисунок 14 – Лінії рівня функції  $FF(x,y)$

Модульний примітив (як приклад, зображений на рис. 15) задамо у вигляді

```
f1 := (x,y) -> 3 - abs(x) - abs(y):
f2 := (x,y) -> -0.8 + x^2 + y^2:
f3 := (x,y) -> -y:
f4 := (x,y) -> o(f2(x,y), f3(x,y)):
F := (x,y) -> p(f1(x,y), f4(x,y));
```

Розглянемо побудову симетрій відносно точки. Задамо першу і другу точки симетрії координатами

$$\begin{aligned}x01 &:= 0.5: & y01 &:= 1: \\x02 &:= -0.5: & y02 &:= 1:\end{aligned}$$

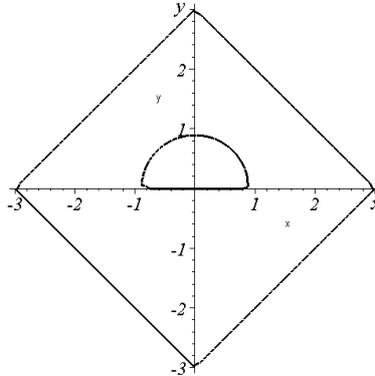


Рисунок 15 – Приклад модульного примітива

Для побудови симетричного модульного примітива відносно першої точки симетрії слід застосувати формули:

$$\begin{aligned}X1 &:= 2*x01 - x; \\Y1 &:= 2*y01 - y; \\F1 &:= (x, y) \rightarrow F(X1, Y1); \end{aligned}$$

На рис. 16 наведено сумісне зображення обраного модульного примітива з побудованим симетричним відносно першої точки зображенням примітива.

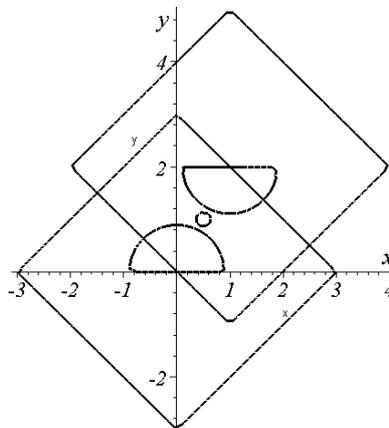


Рисунок 16 – Об'єднання модульного примітива з симетричним від точки

Для здійснення побудови симетричного модульного примітива відносно другої точки симетрії слід застосувати формули:

$$\begin{aligned}X2 &:= 2*x02 - x; \\Y2 &:= 2*y02 - y; \\F2 &:= (x, y) \rightarrow F(X2, Y2); \end{aligned}$$

На рис. 17 наведено сумісне зображення модульного примітива з побудованим симетричним відносно обох точок зображеннями.

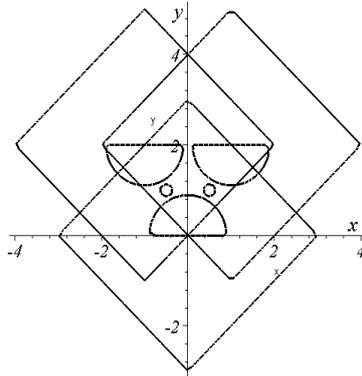


Рисунок 17 – Модульні примітиви із подвійною симетрією

До переваг застосування R-функцій є можливість оперувати з опорними областями примітивів. Якщо використати послідовність R-функцій у вигляді

$$FF := (x, y) \rightarrow p(o(F1(x, y), F2(x, y)), F(x, y)), \quad (1)$$

то одержимо зображення елемента орнаменту (рис. 18).

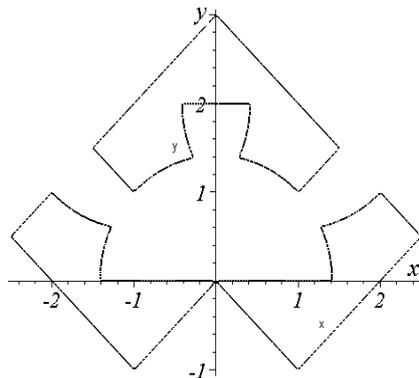


Рисунок 18 – Зображення, яке одержано за допомогою R-функцій (1)

На рис. 19 і 20 зображені елементи орнаменту, побудовані за допомогою послідовностей R-функцій, відповідно, у вигляді

$$FF := (x, y) \rightarrow o(p(F1(x, y), F2(x, y)), F(x, y)); \quad (2)$$

$$FF := (x, y) \rightarrow o(p(F1(x, y), -F2(x, y)), F(x, y)); \quad (3)$$

$$FF := (x, y) \rightarrow o(p(-F1(x, y), -F2(x, y)), F(x, y)). \quad (4)$$

Крім того, за допомогою R-функцій можна будувати лінії рівня функції  $FF(x, y)$  (рис. 21-22), що може доповнювати виразні можливості при створенні орнаментів (особливо в кольорі).

Геометричне перетворення площини – це взаємно однозначне відображення цієї площини на себе. Найбільш важливим геометричним перетворенням є рух, тобто перетворення, що зберігає відстань, а також масштабування [10]. Прикладами руху є центральна симетрія, паралельний перенос, поворот і осьова симетрія. Мотив – це головний елемент орнаменту, основна його складова. Подальшим узагальненням буде побудова орнаментів за допомогою комп'ютерних технологій.

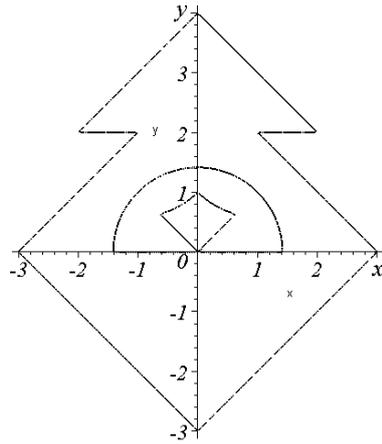


Рисунок 19 – Зображення, одержане за допомогою R-функцій (2)

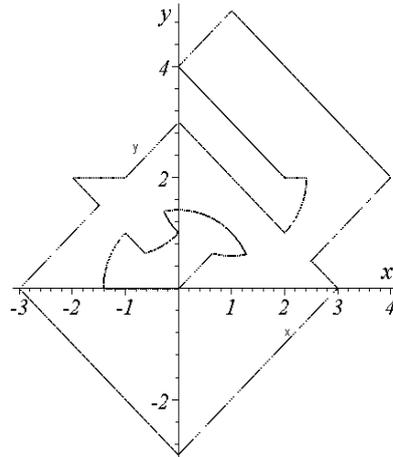


Рисунок 20 – Зображення, одержане за допомогою R-функцій (3)

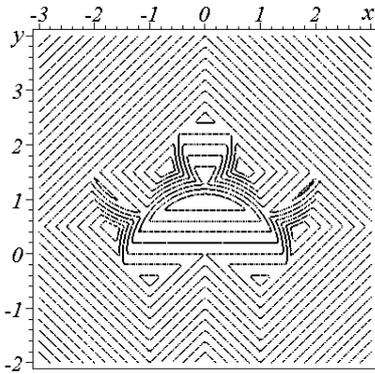


Рисунок 21 – Лінії рівня функції (4)

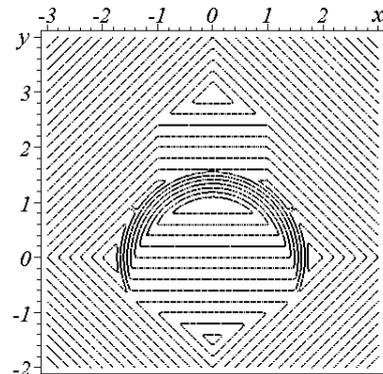


Рисунок 22 – Лінії рівня функції (5)

Графічні візерунки звичайно створюють для декоративних заставок, реклами, демонстрації можливостей апаратури. Програми для створення комп'ютерних візерунків звичайно базуються на досить простих алгоритмах, які можна вважати тестами майстерності програмування. Головним тут є ідея створення декоративного ефекту.

Якщо фігуру переміщати не обертаючи відносно свого "центра", то одержимо плоско-паралельний рух фігури, коли будь-який відрізок прямої на фігурі залишається паралельним самому собі. За "центр" фігури може бути прийнята будь-яка точка, жорстко пов'язана з фігурою.

Звичайно "центр" фігури  $(x_f, y_f)$  переміщують відносно центра візерунка  $(x_c, y_c)$  за певним законом

$$\begin{aligned} x_f &= x_c + F_x; \\ y_f &= y_c + F_y, \end{aligned}$$

де  $F_x, F_y$  – функції від параметрів.

У загальному випадку фігура може переміщатися, обертаючись відносно свого "центра" і деформуватися. При цьому параметри процедури зображення фігури повинні включати всі координати точок, які з'єднуються лініями. Координати  $i$ -тої точки фігури визначаються за формулами:

$$\begin{aligned} xxi &:= xf + Kxi * ((xi-xf) * \cos(A) - (yi-yf) * \sin(A)), \\ yyi &:= yf + Kyi * ((yi-yf) * \cos(A) + (xi-xf) * \sin(A)), \end{aligned}$$

де  $A$  – кут повороту фігури відносно свого "центра", відлічуваного у лівій системі координат екрана за годинниковою стрілкою стосовно осі  $X$ ;

$xi, yi$  – початкові координати  $i$ -тої точки фігури;

$xxi, yyi$  – нові координати  $i$ -тої точки фігури;

$Kxi, Kyi$  – коефіцієнти масштабування координат  $i$ -тої точки по осях  $X$  і  $Y$ .

Наведемо приклад Maple-програми побудови візерунка, у якій реалізовано множину законів руху ліній відносно свого "центра".

```

q := evalf(W);
m := [[0,0],[1,0],[cos(q), sin(q)],[0,0]]:
w := []: t := T:
for k to N do
w := [op(w), m]:
sm := [m[2], m[3], m[1], m[2]]:
m := (1-t)*m + t*sm:
od:

```

Після наведеного підготовчого блоку слід скласти шість блоків, які відрізнятимуться коефіцієнтами у парах тригонометричних функцій

```

a1 := plot(w, axes=none, scaling=constrained):
m := [[0,0],[cos(2*q),sin(2*q)],
      [cos(1*q),sin(1*q)],[0,0]]:
w := []: t := T:
for k to N do
w := [op(w),m]:
sm := [m[2],m[3],m[1],m[2]]:
m := (1-t)*m+t*sm:
od:

```

В результаті виконання всіх шести блоків матимемо заготовку для побудови зображення з використанням оператора

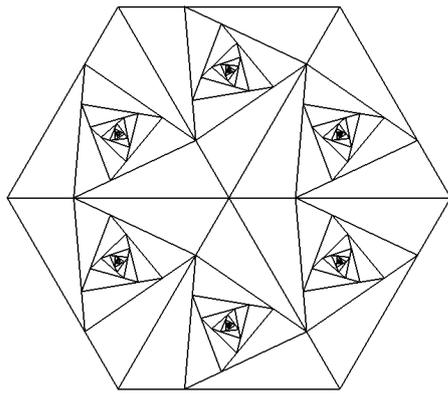
```

display(a1,a2,a3,a4,a5,a6, thickness=2);

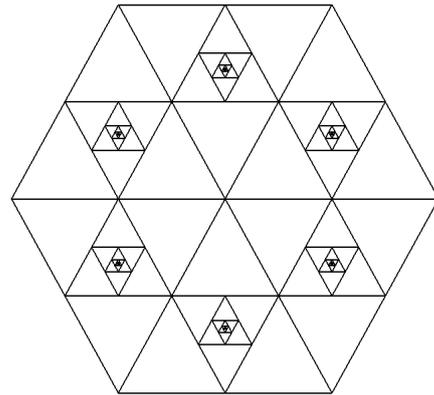
```

На рис. 23 наведено приклади виконання програми побудови візерунка при  $N = 10$  залежно від параметрів  $W$  і  $T$ .

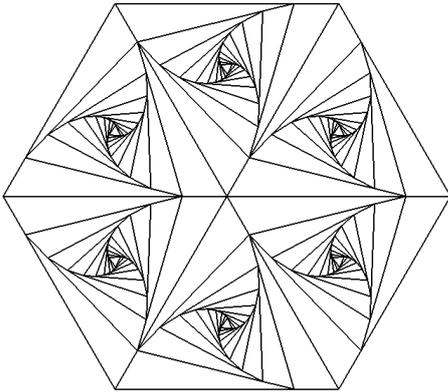
У програмуванні часто використовують рекурсивні оператори, наприклад, процедури, які містять звертання до самих себе. Такі звертання можуть бути прямими – тобто викликом процедури усередині самої процедури, або непрямыми – викликом інших процедур, усередині яких є виклик вихідної процедури.



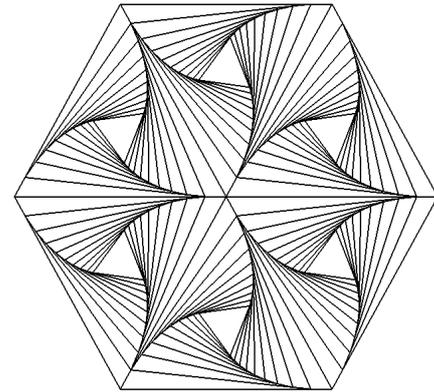
$$T = 0.3; W = \pi/3$$



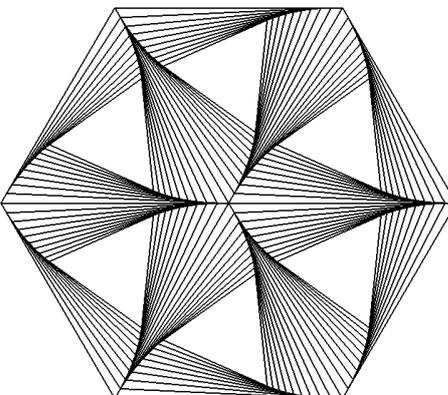
$$T = 0.5; W = \pi/3$$



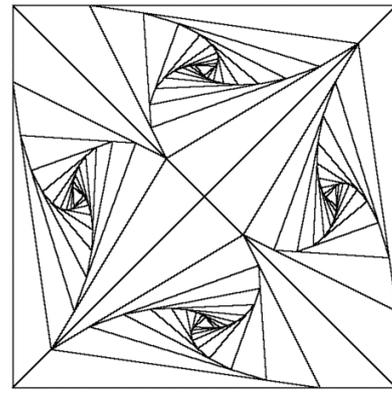
$$T = 0.8; W = \pi/3$$



$$T = 0.9; W = \pi/3$$



$$T = 0.95; W = \pi/3$$



$$T = 0.2; W = \pi/2$$

Рисунок 23 – Приклади виконання програми побудови візерунка залежно від параметрів  $T$  і  $W$

Наведемо приклад програми рекурсивної побудови візерунка, де процедура **drevo** звертається до тієї ж процедури **drevo**.

```

drevo := proc(L, N, x0, y0)
local i; global s, p;
options remember;
s := s+1;
p[s] := plot([x0 + L*sqrt(M)*sin(M*t)*cos(t),
          y0 + L*sqrt(M)*sin(M*t)*sin(t), t=-W..W]);
if N > 1 then drevo(L/2, N-1, x0-L, y0+L);

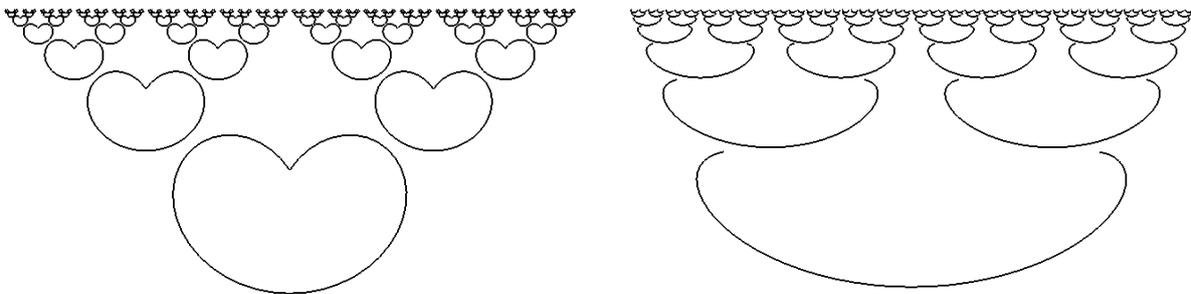
```

```

    drevo(L/2, N-1, x0+L, y0+L) fi;
RETURN(display([seq(p[i], i=1..2^N-1)], axes=NONE,
    scaling=constrained, numpoints=1000,thickness=2))
end:
s:=0: drevo(100, 7, 0, 0);

```

На рис. 24 наведено приклади виконання програми рекурсивної побудови візерунка залежно від параметрів  $W$  і  $M$ .



$$W = \pi/2; \quad M = 1,5$$

$$W = \pi/5; \quad M = 3$$

Рисунок 24 – Приклади виконання програми рекурсивної побудови візерунка залежно від параметрів  $W$  і  $M$

Цікавим є створення візерунків побудовою дзеркальних відображень фігури. В цьому випадку принцип побудови візерунків близький до зображень дзеркального калейдоскопа. У калейдоскопі система із трьох дзеркал створює ефект декількох шестиразових відбиттів набору кольорових кристалів. Математично такий принцип побудови візерунка можна описати так. Є три вихідних з однієї точки променів – осей симетрії. Кут між променями дорівнює  $2\pi/3$ . Будується перша (початкова) фігура в секторі між першим і другим променями. Потім будується друга фігура як дзеркальне відображення першої фігури відносно другого променя, далі третя фігура, як дзеркальне відображення другої фігури відносно третього променя й так далі.

Наведемо приклад програми створення візерунка побудовою відбиттів початкової фігури відносно трьох осей відбиття.

```

fosi1 := x*sin(Pi/3) - y*cos(Pi/3);
fosi2 := y;
fosi3 := x*sin(Pi/3) + y*cos(Pi/3),

```

де кут вимірюється від осі  $Ox$  проти годинникової стрілки.

Початкову фігуру (наприклад, квадрат) задамо рівнянням у вигляді

$$f := (x,y) \rightarrow a - \text{abs}(x-x_0) - \text{abs}(y-y_0):$$

Для побудови результату симетричного відбиття відносно першої, другої та третьої осі симетрії слід застосувати формули:

```

X1 := (x,y) -> y*sin(2*Pi/3)+ x*cos(2*Pi/3);
Y1 := (x,y) -> x*sin(2*Pi/3)- y*cos(2*Pi/3);
f1 := (x,y) -> f(X1, Y1);

```

```

X2 := x;
Y2 := -y;
f2 := (x,y) -> f1(X2, Y2);
X3 := (x,y) -> y*sin(-2*Pi/3)+ x*cos(-2*Pi/3);
Y3 := (x,y) -> x*sin(-2*Pi/3)- y*cos(-2*Pi/3);
f3 := (x,y) -> f2(X3, Y3);

```

Побудову при  $a = 1,5$ ;  $x_0 = 2$ ;  $y_0 = 1$  проміжних результатів відбиття здійснюємо операторами

```

F := implicitplot(f(x,y), x=-3..4, y=-3..4);
F1 := implicitplot(f1(x,y), x=-3..4, y=-3..4);
F2 := implicitplot(f2(x,y), x=-3..4, y=-3..4);
F3 := implicitplot(f3(x,y), x=-3..4, y=-3..4);

```

Результуюче зображення (яке можна продовжити в циклі) будується за допомогою оператора

```
display(F, F1, F2, F3 , thickness=3);
```

На рис. 25 наведено приклади побудованих зображень.

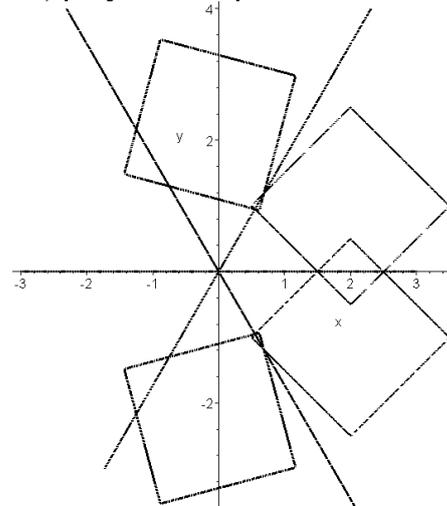
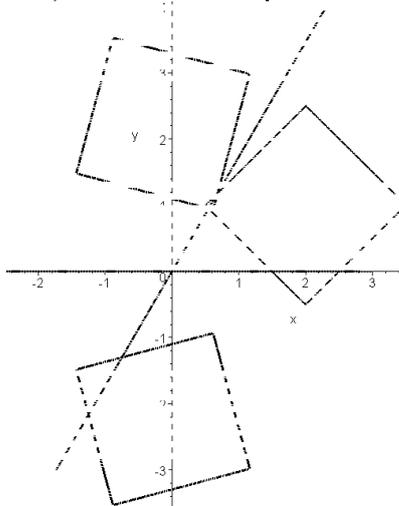
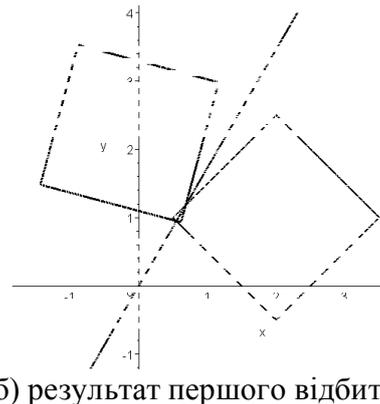
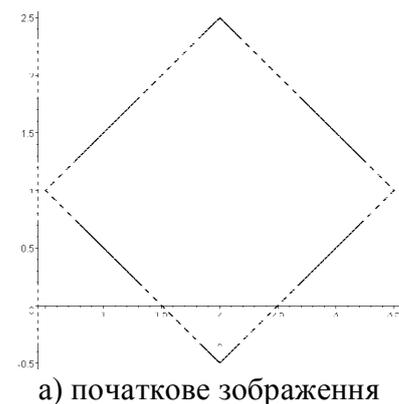


Рисунок 25 – Побудова симетричних зображень дзеркального калейдоскопа

## Результати досліджень

Одержано новий спосіб побудови та коригування геометричної форми візерункових кривих засобами  $R$ -функцій. Незаперечною перевагою застосування  $R$ -функцій є можливість оперувати з опорними областями примітивів. Застосовано методи  $R$ -функцій до побудови рівнянь зображень, що мають симетрію.

Розробка геометричних моделей здійснювалася на основі засобів прикладної геометрії, обчислювальної математики, диференціальної та аналітичної геометрії, елементів  $R$ -функцій. У практичній реалізації створених моделей та алгоритмів використано елементи комп'ютерного математичного програмування в програмному середовищі пакету Maple. Використання  $R$ -функцій дозволило розв'язати задачу, аналогічну оберненій задачі аналітичної геометрії – тобто коли задане зображення необхідно описати його рівнянням.

## Висновки

Головні принципи побудови візерунків можна реалізувати у середовищі алгоритмічної мови (наприклад, Maple) шляхом створення алгоритмів побудови зображень на площині. Наведений спосіб практичного застосування  $R$ -функцій у середовищі математичного пакету Maple дозволяє складати у неявному вигляді  $F(x,y) = 0$  рівняння зображень з елементами симетрії. До переваг способу слід віднести формалізацію побудови зображень.

### Список літератури

1. Кожин П.М. О древних орнаментальных системах Евразии // Этнознаковые функции культуры. М.: Наука, 1991. С. 129-151.
2. Збеневич В.Г. Ранний этап трипольской культуры на территории Украины. Киев: Наук. думка, 1989. 224 с.
3. Палагута И.В. Проблемы изучения спиральных орнаментов трипольской керамики // Stratum plus. 1999. № 2. С. 148-159.
4. Ткачук Т.М., Віденко М.Ю. Знакові системи трипільської культури // Енциклопедія трипільської цивілізації. Київ: Укрполіграфмедіа, 2004. Т. 1. С. 433-471.
5. Рвачев В.Л. Теория  $R$ -функций и некоторые ее приложения. Киев: Наукова думка, 1982. 552 с.
6. Рвачев В.Л., Шапиро В., Шейко Т.И. Применение метода  $R$ -функций к построению уравнений локусов, обладающих симметрией // Электромагнитные волны и электронные системы. 1999. Т. 4. № 4. С. 4-20.
7. Толок А.В., Семерич Ю.С., Шейко Т.И. Построение симметричных функций для симметричных чертежей // Вісник Запорізького державного університету. 2001. № 2. С. 1-16.
8. Челомбійсько В.Ф., Ткаченко В.П. Спосіб опису та побудови симетричних орнаментів за допомогою  $R$ -функцій. // Технічна естетика і дизайн. 2011. Вип. 8. С. 301-307.
9. Челомбійсько В.Ф., Ткаченко В.П. Побудова орнаментів з елементами симетрії відносно точки з використанням  $R$ -функцій // Геометричне та комп'ютерне моделювання. 2011. Вип. 28. С.99-103.
10. Челомбійсько В.Ф. Реалізація деяких принципів побудови візерунків засобами операторів мови Maple // Теорія та практика дизайну. 2012. Вип. 2. С.127-132.

УДК 655.2:338.45

## ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАСОБІВ ТА МЕТОДІВ УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ НА ПІДПРИЄМСТВІ «БУРУНІН І К»

**Чеботарьова І.Б.**

ст. викладач, кафедра «Медіасистеми та технології»,  
Харківський національний університет радіоелектроніки

**Манаков В.П.**

к.т.н., професор, кафедра «Медіасистеми та технології»,  
Харківський національний університет радіоелектроніки

***Анотація.** В роботі проаналізовані основні засоби і методи управління якістю на підприємстві, здійснено оцінку впливу технологічних факторів на рівень якості та адміністративних методів на підвищення якості. На підставі аналізу розроблено перелік заходів щодо підвищення якості виготовлення фотоформ і друкарських форм на репроцентрі та надано рекомендації щодо підвищення управління якістю на підприємстві.*

***Ключові слова:** КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ, ПАРАМЕТРИ ЯКОСТІ, ФОТОФОРМИ, СТР, РЕПРОЦЕНТР, ЗАСОБИ І МЕТОДИ УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ, ТЕХНОЛОГІЧНІ ФАКТОРИ, АДМІНІСТРАТИВНІ МЕТОДИ, ЕКСПЕРТНА ОЦІНКА, УЗАГАЛЬНЕНИЙ ПОКАЗНИК.*

### **Вступ**

Забезпечення якості продукції на поліграфічних підприємствах визначається цілою низкою внутрішніх чинників: технічних, організаційних, економічних, соціально-психологічних. Важливе місце серед цих факторів займають організаційні чинники, пов'язані з удосконаленням організації виробництва і праці та ін. Саме з цими факторами пов'язане використання ефективного підходу до вирішення проблем якості на підприємстві – системного управління якістю.

Забезпечити якість на підприємстві можливо тільки тоді, коли всі процеси – технічний, технологічний, організаційний – будуть взаємопов'язані між собою через управління якістю. Якість – це система, і цією системою необхідно управляти. Звичайно, кожне підприємство індивідуально і абсолютно однакового підходу до вирішення проблеми якості бути не може. Існують також відмінності при створенні систем управління якістю на великих і малих підприємствах.

Цілі управління якістю можна описати таким чином: підвищення рівня якості, а також забезпечення безпеки продукції; вдосконалення процесу виробництва з метою досягнення найвищих економічних результатів; створення позитивного іміджу на ринку, що дозволить значно збільшити обсяги продажів; отримання вагомої переваги над конкурентами; залучення інвестицій; вихід на нові ринки [1].

Грамотна організація управління якістю, а також дотримання всіх державних і міжнародних стандартів відкривають перед продукцією нові ринки і дозволяють досягти максимального прибутку. Це актуально як для великих поліграфічних підприємств, так і для малих, до яких відносяться репроцентри.

Для репроцентрів процес розробки і впровадження системи менеджменту якості досить спірне питання, що пов'язано з їх специфікою роботи – це невеликі підприємства, які зазвичай працюють на внутрішній ринок і мають відносно невеликий прибуток. Однак для підтримки конкурентоспроможності обов'язково необхідна якісна організація процесу випуску продукції на підприємстві, контроль на всіх етапах виробництва і управління якістю.

Якщо не приділяти серйозну увагу якості, виникають ситуації, коли необхідні значні кошти на виправлення дефектів, які можуть виникати на виробництві. Набагато більший ефект буде досягнутий шляхом розробки оперативних заходів і довгострокових програм щодо запобігання браку. Забезпечити якість на підприємстві можливо тільки тоді, коли всі процеси – технічний, технологічний, організаційний – будуть взаємозалежні між собою через систему управління якістю.

### **Мета та задачі дослідження**

Представлена робота присвячена дослідженню методів контролю якості формних процесів в репроцентрі, а також методів та засобів управління якістю з метою зменшення браку й підвищенню ефективності роботи репроцентру «Бурунін і К».

Для реалізації мети роботи необхідно вирішити наступні задачі:

- здійснити аналіз ринку виробників друкарських пластин в Харківському регіоні;
- вивчити особливості організації виробничого процесу в репроцентрі «Бурунін і К»;
- дослідити, як здійснюється контроль якості формних процесів на репроцентрі;
- виявити основні фактори, які впливають на якість формних процесів;
- зробити аналіз інструментальних та програмних засобів контролю якості;
- проаналізувати засоби і методи управління якістю на підприємстві;
- оцінити вплив технологічних факторів на рівень якості;
- оцінити вплив адміністративних методів на підвищення якості;
- розробити перелік заходів щодо підвищення якості виготовлення фотоформ і друкарських форм на репроцентрі;
- надати рекомендації щодо підвищення управління якістю на підприємстві.

Дана робота представляється актуальною, тому що саме додрукарські процеси найбільшою мірою впливають на якість поліграфічної продукції.

## Основна частина

### *1 Аналіз стану проблеми управління якістю на репроцентрах*

#### *1.1 Аналіз виробників пластин CtP Харківського регіону*

Сьогодні вартість комплекту форм для CtP набагато перевищує сумарну вартість плівок і форм, отриманих за допомогою аналогового технологі.

Якщо врахувати фактор обладнання, обслуговування, оптових поставок витратних матеріалів, то виводити пластини в репроцентр набагато простіше і вигідніше. Якщо ще два-три роки тому перевага віддавалася аналоговим пластин, то сьогодні все частіше замовники вибирають цифрові технології. Це визначається багатьма факторами: швидкість отримання замовлення; якість, порівняна з якістю плівок; повна автоматизації процесу і, отже, значно знизився рівень помилок; економічність.

Останній фактор став особливо актуальним саме в останні роки. Це обумовлено виходом на ринок формних процесів нових репроцентров і модернізацією вже існуючих.

За півтора десятка років CtP-технологія досягла високого рівня. У більшості випадків великі поліграфічні підприємства купують власне CtP обладнання, щоб прискорити виробничий процес і підвищити якість продукції. Однак не знижується попит і на послуги репроцентрів. В роботі досліджено ринок виробників CtP-пластин в Харкові для визначення подальших перспектив розвитку технології CtP.

Для вивчення даного питання була обрана методика опитування Харківських репроцентрів і підприємств, що використовують технологію CtP за складеною анкетною, а потім проведення аналізу отриманих даних. В опитуванні брали участь як підприємства, які безпосередньо виготовляють пластини CtP (тобто репроцентр), так і друкарні, які мають обладнання CtP і виготовляють пластини для власних потреб.

На сьогодні в м. Харкові близько 30 підприємств займаються виготовленням друкарських форм [2]. Частина з них виготовляє друкарські форми для спеціальних видів друку (флексграфський, трафаретний тощо), деякі – тільки пластини CtP.

В опитуванні взяли участь 11 підприємств м. Харкова, а саме: «Репролайн», «Майстер Плейт», «Бурунін і К», «CTPlate», «CTP Center», «МультиПресс», «Мультипринт», «Юнісофт», «Фактор-Друк», «Глобус», «Вокруг цвета». Це найбільші виробники форм CtP, тому отриману інформацію можна вважати достовірною і значущою для проведеного аналізу. Для повного аналізу розглядалися не тільки спеціалізовані підприємства – репроцентри, але й великі друкарні, які мають формні ділянки. Даний перелік уточнювався в ході проведення опитування, тому що в анкеті було питання з приводу конкурентів, яких також включали в проведене дослідження [3].

Всі отримані дані по кожному підприємству були зведені в підсумкову таблицю, по якій і проводився аналіз. Дані таблиці також доповнені матеріалами, представленими на сайті бізнес-компаній України [2] щодо фінансового стану цих підприємств в поточному році. Наведені дані дозволяють виділити основних конкурентів репроцентру «Бурунін і К» для подальшого аналізу їх слабких та сильних сторін - ТОВ «Репролайн», ТОВ «СТР Center», ТОВ «Мастер Плейт», ТОВ «СТPlate».

Після отримання результатів проведено прогноз подальшого розвитку технології СтР в Харкові і зроблені наступні висновки.

В останні роки технологія СтР стає все більш популярною: з'являються нові технології виготовлення пластин, нове обладнання, збільшується кількість виробників формних матеріалів, які виходять на український ринок. Всі ці фактори визначають підвищення якості пластин СтР, розширення асортименту, зниження ціни на дану продукцію і, як наслідок, збільшення кількості замовників. Цьому сприяє і відчутна конкуренція серед виробників форм СтР для офсетного друку.

При дослідженні ринку виробників форм СтР в Харкові можна відзначити ще одну особливість – всі підприємства, які опитувалися, дуже серйозно ставляться до інновацій в даній сфері і готові використовувати нові технології і матеріали для підвищення якості та зниження ціни продукції.

В той же час збільшується кількість великих друкарень, які встановлюють обладнання СтР у відділ додрукарської підготовки для забезпечення власних потреб в друкованих пластинах. Зазвичай такі друкарні не виводять пластини для інших замовників, хоча мають для цього ресурси.

Актуальним залишається питання наскільки виправдано для друкарень виготовлення СтР-форм і чи варто купувати власну СтР-систему. У більшості випадків великі поліграфічні підприємства купують власне СтР обладнання, щоб не віддавати вивід пластин на сторону, тим самим прискорити виробничий процес і підвищити якість продукції. Виготовлення СтР-форм для друкарень виправдано, якщо друкарня прагне перш за все поліпшити якість друку і підвищити продуктивність. Усунення проміжних носіїв і операцій між файлом верстки і готовою формою, безсумнівно, піде на користь якості друкованої продукції. А скорочення часу на приладження дозволяє друкарні швидше виконувати замовлення і, як наслідок, більше заробляти грошей.

Купівля власного СтР-комплексу виправдана для великих друкарень, у яких місячний обсяг споживання пластин не менше 1500 м<sup>2</sup>, тоді таке вкладення буде прибутковим. По-перше, для такого обсягу достатньо однієї полуавтоматичної машини СтР повного формату з продуктивністю 30 пластин в час, її амортизація при цьому буде не більше п'яти років. По-друге, кількість співробітників, які обслуговують техніку, скоротиться в порівнянні з аналоговим процесом. Час виготовлення такого обсягу форм буде значно менше за умов наявності кваліфікованого персоналу [4, 5].

Для малих і середніх друкарень всі перераховані вище фактори виглядають інакше. Дорога техніка основну частину часу буде простоювати, отже, збільшиться час її амортизації. Для обслуговування CtP доведеться найняти персонал високої кваліфікації, а це додаткові витрати на заробітну плату. Якщо в друкарні не було ділянки фотовиводу, освоїти CtP подвійно важко. Кількість працівників і площі навряд чи вдасться мінімізувати. Таким чином, великі витрати на покупку устаткування і збільшення витрат на його утримання, плюс використання цифрових пластин приведуть до подорожчання продукції, яку виробляє підприємство і до зниження його рентабельності. Тому невеликим поліграфічним підприємствам вигідніше скористатися CtP-технологією як сторонньої послугою.

### *1.2 Характеристика репроцентру «Бурунін і К»*

Компанія «Бурунін і К» здійснює наступні послуги: виготовлення фотоформ для офсетного, флексографського та інших видів друку з використанням регулярного (Agfa balanced, ABS Flexo), стохастичного (Cristal raster), комбінованого (Sublima) растровання, цифрових друкарських пластин, кольоропроб, додрукарська підготовка. Тут працюють на додрукарських системах AGFA, з програмним комплексом AGFA:Apogee 3.5.

Компанія з 2006 року працює на ринку поліграфічних послуг. Має наступне обладнання: два фотонабірних автомати AGFA Avantra 44XT та AGFA Phoenix 2250, кольоропробний принтер Epson Stylus Pro 7800.

У 2014 р. придбано нове обладнання CtP Amsky з метою розширення асортименту продукції: CtP-технологія прямого виведення ультрафіолетових пластин як альтернатива термальній, фотополімерній і среброміській технологій. При виборі, як альтернативу Amsky розглядали китайське обладнання Ctop та корейське Prizma. Але після консультацій з постачальником Amsky в Україні компанією MacHOUSE зупинили свій вибір саме на цьому виробнику. Особлива увага при виборі приділялася таким характеристикам, як якість, зручність в роботі, собівартість витратних матеріалів і їх доступність.

Від традиційних CtP машини Amsky вигідно відрізняються терміном служби діодів і порівняно меншою вартістю пластин. Крім цього, AUSETTERU 432 відчутно виграє за вартістю в порівнянні зі звичайними CtP на 20-30 %. Нове придбання допомагає репроцентру надавати в сучасних непростих умовах більш доступну послугу для клієнтів і бути конкурентоспроможними на ринку [4, 6]. В 2016 р. придбано ще один пристрій CtP цього ж виробника AUSETTER U864 з продуктивністю 30 пластин за годину.

### *1.3 Контроль якості формних процесів на репроцентрі*

Оперативне управління якістю виробничих процесів на виробництві включає наступні питання:

- контроль якості продукції (порядок визначення та методика оцінки);
- контроль напівфабрикатів і технологічних процесів;

- контроль і оцінка якості праці;
- стимулювання підвищення якості продукції;
- правове, організаційне та адміністративне забезпечення управління якістю продукції.

Виходячи зі специфіки діяльності репроцентру, перспективною метою може бути розширення нових видів послуг та впровадження на виробництві сучасних технологій для підвищення якості продукції. А поточною метою є дослідження існуючих засобів та методів управління якістю, які використовуються на підприємстві та покращання їх для підвищення якості продукції і послуг, а також зменшення браку.

Основною складовою забезпечення якості на репроцентрі є контроль за формними процесами та зменшення браку на виробництві. Тобто необхідно організувати виробництво фотоформ та друкарських форм таким чином, що здійснювати всі стадії технічного контролю.

За останні роки фотоформи втрачали своє первинне місце на ринку додрукарських технологій. Це пов'язано з багатьма причинами:

- екологічність технологій СтР і боротьба за охорону навколишнього середовища (процес обробки плівки більш небезпечний);
- зростання кількості виробників пластин СтР та розширення їх асортименту;
- значне падіння цін на розхідні матеріали для виготовлення пластин за технологію СтР;
- припинення виробництва фоторепродукційного обладнання;
- підвищення цін на розхідні матеріали для виготовлення фотоформ.

Але є ще галузі, на яких поки що неможливо відмовитись від фотоформ. Фотоформи використовуються для виготовлення трафаретних форм, флексографських полімерних форм за аналоговою технологією, кліше для тамподруку та ін. І вимоги до якості фотоформ не знижуються, а навпаки, підвищуються. У зв'язку з цим зростає роль технічного контролю в процесі виробництва. А також розробка заходів щодо комплексного контролю та управління якістю.

До сучасних засобів технічного контролю належать контрольні шкали, денситометри, спектроденситометри, спектрофотометри, електронні мікроскопи і т.п. [7-8].

Контроль фотоформ регламентується наступними нормативними документами [9]: ДСТУ ISO 12647-1:2008, ДСТУ ISO 12647-2:2008, ДСТУ ISO 12647-3:2008, ДСТУ ISO 12647-4:2007, ДСТУ ISO 12647-5:2005, ДСТУ ISO 12647-6:2007, СОУ 22.2-02477019-13:2008.

Вимоги до друкарських форм, виготовлених за технологією СтР, не регламентуються державними стандартами. Це пов'язано з відносною новизною технології СтР.

Тому основні вимоги накладають виробники поліграфічного обладнання для виготовлення друкарських форм та виробники розхідних матеріалів (друкарських пластин та хімічних розчинів для проявлення пластин) – Heidelberg, AGFA, Fuji, ABEZETA тощо [10-12].

Основні вимоги до контролю якісних параметрів фотоформ і друкарських форм СтР наведено в таблиці 1.

Таблиця 1 – Параметри та методи контролю якості фотоформ і друкарських форм СтР на репроцентрі «Бурунін і К»

№ п/п	Параметри (відповідно НД)	Контролюються чи ні	Методи, що використовуються	Засоби вимірювання	Примітки
Фотоформи					
1.	Оптична густина вуалі	+	Інструментальний	Денситометр	
2.	Оптична густина прозорих ділянок	+	Інструментальний	Денситометр	
3.	Оптична густина темних ділянок ділянок	+	Інструментальний	Денситометр	
4.	Відносна площа растрових елементів (мін)	±	Інструментальний	Денситометр	
5.	Відносна площа растрових елементів (макс)	±	Інструментальний	Денситометр	
6.	Лінійатура растра	–	Інструментальний	Поліграфічна лінійка	Задається RIP
7.	Кут повертання растра	–	Інструментальний	Поліграфічна лінійка	Задається RIP
8.	Сумарний показник тону	±	Інструментальний, обчислювальний	Денситометр	
9.	Баланс сірого	±	Інструментальний	Денситометр	
10.	Співпадання по крестам	+	Інструментальний	Лінійка	
11.	Відхилення розміру зображення	–	Інструментальний	Лінійка	
12.	Рівномірність тону на фотоформі	+	Візуальний		
13.	Наявність пошкоджень (точки, риски тощо)	+	Візуальний		
14.	Наявність контрольних елементів, підписів	+	Візуальний		
15.	Лінійність ФНА	±	Інструментальний	Спеціальні шкали, денситометр	1 раз на тиждень, при зміні атеріалів/ параметрів техпроцесів
16.	Вхідний контроль фототехнічної плівки (оптична густина вуалі та темних ділянок)	–	Інструментальний	Спеціальні шкали, денситометр	

Продовження таблиці 1

№ п/п	Параметри (відповідно НД)	Контролюються чи ні	Методи, що використовуються	Засоби вимірювання	Примітки
Друкарські форми (перший філіал)					
1.	Відносна площа растрових елементів (min)	+	Інструментальний	Денситометр	
2.	Відносна площа растрових елементів (max)	+	Інструментальний	Денситометр	
3.	Відносна площа растрових елементів (50%)	±	Інструментальний	Денситометр	
4.	Рівномірність копіювального шару	+	Візуальний		
5.	Повне проявлення пластин	±	Візуальний	Спеціальні шкали	При зміні матеріалів або параметрів технологічних процесів
6.	Наявність механічних та інших пошкоджень (точки, риси тощо)	+	Візуальний		
7.	Відхилення розміру зображення	–	Інструментальний	Лінійка	
8.	Наявність контрольних елементів, підписів	+	Візуальний		
9.	Лінійність пристрою CtP	±	Інструментальний	Спеціальні шкали, цифровий мікроскоп	При зміні матеріалів або параметрів технологічних процесів
10.	Вхідний контроль формних пластин (товщина, взаємодія з проявником тощо)	–	Інструментальний	Спеціальні шкали, цифровий мікроскоп	
Друкарські форми (другий філіал)					
1.	Відносна площа растрових елементів (min)	±	Інструментальний	Лупа	
2.	Відносна площа растрових елементів (max)	±	Інструментальний	Лупа	
3.	Відносна площа растрових елементів (50%)	±	Інструментальний	Лупа	
4.	Рівномірність копіювального шару	+	Візуальний		

Продовження таблиці 1

№ п/п	Параметри (відповідно НД)	Контролюються чи ні	Методи, що використовуються	Засоби вимірювання	Примітки
5.	Повне проявлення пластин	±	Візуальний	Спеціальні шкали	При зміні матеріалів або параметрів технологічних процесів
6.	Наявність механічних та інших пошкоджень (точки, риси тощо)	+	Візуальний		
7.	Відхилення розміру зображення	–	Інструментальний	Лінійка	
8.	Наявність контрольних елементів, підписів	+	Візуальний		
9.	Лінійність пристрою СтР	±	Інструментальний	Спеціальні шкали, лупа	При зміні матеріалів або параметрів технологічних процесів
10.	Вхідний контроль формних пластин (товщина, взаємодія з проявником тощо)	–	Інструментальний	Спеціальні шкали, цифровий мікроскоп	
<p>« + » – параметр завжди контролюється на виробництві;  « – » – параметр ніколи не контролюється на виробництві;  « ± » – параметр контролюється іноді за вимогою замовника, або під час настроювання технологічного процесу.</p>					

З цієї таблиці видно, що процес контролювання формних процесів на підприємстві в цілому виконується добре, але є необхідність додати декілька контрольних точок та засобів вимірювання. Так, наприклад, на другому філіалі немає денситометра. Його іноді привозять для настроювання обладнання СтР, але він не використовується регулярно для контролю пластин СтР. Ще одна проблема – це відсутність входного контролю фототехнічної плівки та формних пластин. Всі проблеми з контролем та управлінням якістю та заходи щодо їх усунення будуть обґрунтовані далі.

## 2 Оцінка впливу виробничих та організаційних факторів на рівень якості

Найбільш ефективним підходом до управління якістю на поліграфічному підприємстві є системний підхід. Міжнародною Організацією по Стандартизації (ISO, International Organization for Standardization) розроблена серія стандартів ISO 9000 описують вимоги до системи управління якістю, в основі яких лежать ідеї і положення теорії загального менеджменту якості (TQM, Total Quality Management). Вона має на увазі комплексне управління всіма процесами на підприємстві [1, 13].

Важливою складовою будь-якої системи управління є технічний контроль якості, який полягає в перевірці відповідності контрольованих об'єктів вимогам нормативних документів. На поліграфічному підприємстві об'єктами технічного контролю є: основні і допоміжні матеріали; напівфабрикати, які постають з зовні; технічна документація; технологічні процеси, операції, режими їх виконання; напівфабрикати, що передаються з цеху в цех або з дільниці на дільницю; технологічна дисципліна в процесі виробництва; стан обладнання та інструментів; готова продукція.

Об'єкт технічного контролю визначає собою перелік контрольованих параметрів. Це можуть бути, наприклад, марка матеріалу, фізико-хімічні, геометричні, функціональні параметри, характеристики технологічного процесу, зовнішні і внутрішні дефекти.

Технічний контроль на поліграфічних підприємствах здійснюють відділи технічного контролю та спеціалізовані лабораторії. Їх основними обов'язками є розвиток і вдосконалення системи контролю, усунення причин браку, здійснення вхідного, операційного та приймального контролю, проведення періодичних і позапланових вибіркового перевірок, контролю правильності оформлення документації і ведення статистики щодо якості тощо [8, 14]. Таким чином, контроль якості є найважливішою складовою виробництва і спрямований на своєчасне виявлення і усунення відхилень технологічного процесу з метою запобігання випуску невідповідної продукції.

Технічний контроль в репроцентрі має свою специфіку. Більшість таких підприємств мають невелику кількість працюючих, тому недоцільно мати навіть окремого інженера по якості. Функції контролю покладають на препрес-інженерів – вони здійснюють контроль та редагування вхідних файлів і несуть за це відповідальність за умови браку. А також на операторів СтР, які контролюють готову продукцію (фотоформи та друкарські форми). Контроль напівфабрикатів та розхідних матеріалів покладається на менеджера або начальника виробництва.

Методи контролю якості продукції на поліграфічних підприємствах класифікуються залежно від способів визначення показників якості. Можна виділити три групи методів: експертні, метрологічні і статистичні [8, 14, 15].

Слід зазначити, що всі методи працюють з кількісним виразом критеріїв якості. Загальним недоліком можна назвати і те, що всі методи розглядають дефекти окремо або групами, даючи оцінку в одиничному або груповому варіанті, тобто жоден з методів не передбачає кількісну оцінку всіх параметрів продукту для проведення відносного аналізу або порівняння.

До засобів управління якістю віднесені знаряддя, предмети, сукупність пристосувань для здійснення управління якістю: оргтехніка, бланки нормативної документації, засоби зв'язку та вимірювальні засоби, а також адміністративні відносини – відносини субординації та координації.

Методи управління якістю – способи і прийоми, за допомогою яких суб'єкти (органи) управління впливають на організацію і елементи виробничого процесу для досягнення поставлених цілей в області якості [16].

На рисунку 1 наведені основні методи та засоби управління якістю, які далі будуть більш детально розглянуті щодо застосування їх на репроцентрі.



Рисунок 1 – Засоби та методи управління якістю

Метою сучасного менеджменту якості є не тільки підвищення задоволеності споживача (насамперед за рахунок якісної продукції), а й досягнення цього найбільш економними способами. Залежно від особливостей організації можуть застосовуватися різні методи підвищення її ефективності.

Результат аналізу існуючих методів показав, що найкраще для аналізу управління якістю в репроцентрі використовувати статистичні та експертні методи оцінки якості продукції, а також поняття «управління якістю», «програми якості» та системи менеджменту якості для ефективного управління підприємством.

## Результати досліджень

### *1 Оцінка впливу виробничих факторів на якість продукції*

Основні фактори, що впливають на якість продукції в процесі виробництва, можна розділити на виробничі (технологічні), організаційні, інформаційні, соціальні, економічні. Зовнішні та внутрішні умови можуть сприяти або гальмувати прояв тих чи інших факторів. Таким чином, досягнення найбільш гармонійного їх поєднання є найважливішим завданням системи управління якістю продукції. Виявлення причинно-наслідкових зв'язків появи дефектів, встановлення найбільш вагомих факторів впливу дозволяє з'ясувати відхилення процесів і вимірювань, оцінити досконалість системи управління якістю і рівень досягнутих підприємством показників.

Для репроцентрів окрім аналізу виробничих факторів необхідно проаналізувати оригінали, що надходять на виробництво від замовників. Так як у багатьох випадках якість цієї вихідної інформації, канали надходження та регламент роботи з вихідними файлами багато в чому визначають як якість виробничих процесів, так і якість готової продукції.

За результатами проведеного аналізу можна зробити висновки, що в процесі додрукарської підготовки виникає ряд проблем, пов'язаних з оцінкою і обробкою вихідних оригіналів, які можна згрупувати в дві великі групи:

1-я група – перевірка на правильність виконання файлу (кольороподіл, треппінг, шари, зв'язки, шрифти і т.д.) і відповідність файлу вимогам існуючих стандартів за технічними якісними параметрами (роздільна здатність, лініатура, кути повороту растра та ін.). Все це необхідно перевіряти і виправляти на репроцентрі перед виведенням фотоформ або друкарських форм.

2-я група – перевірка файлу на правильність передачі кольору і кольоровідтворення. Перевіряється в основному в рекламних агентствах і великих видавництвах – там, де необхідна точність відтворення кольору. При необхідності робиться кольоропроба, корекція кольору, налаштування системи управління кольором і ін. При цьому репроцентр на себе бере тільки функцію виведення цифрової та спускової кольоропроб.

Аналіз номенклатури виробничих факторів доцільно здійснювати за ієрархічним принципом «від складного до простого» (табл. 2).

Таблиця 2 – Ієрархічна структура виробничих факторів

Фактори першого порядку	Фактори другого порядку	Фактори третього порядку
1. Обладнання	1.1 Технічні характеристики	–
	1.2 Знос	–
	1.3 Налаштування	–
	1.4 Умови експлуатації	–
	1.5 Калібрування та лінеаризація	–
2. Матеріали	2.1 Формні пластини	2.2.1 Вхідний контроль
		2.2.1 Наявність асортименту
	2.2 Фототехнічна плівка	2.2.2 Вхідний контроль
		2.2.2 Наявність формату
	2.3 Проявник для фотоформ	–
	2.4 Фіксаж для фотоформ	–
2.3 Проявник для пластин CtP	–	
2.4 Гумуючий розчин	–	
3. Технологія	3.1 Дотримання технологій	3.1.1 Наявність регламентуючих документів
		3.1.2 Контроль та коригування техпроцесу
	3.2 Дотримання вимог до вихідної інформації	3.2.1 Наявність вимог до вихідних файлів
		3.2.2 Перевірка файлів
		3.2.3 Перевірка монтажів

Продовження таблиці 2

Фактори першого порядку	Фактори другого порядку	Фактори третього порядку
4. Вимірювання	4.1 Наявність та використання засобів контролю	4.1.1 Наявність приладів
		4.1.2 Наявність шкал
	4.2 Здійснення всіх контрольних операцій	–
	4.3 Значення похибок вимірювань	4.3.1 Порушення термінів повірки
		4.3.2 Некалібровані прилади
4.4 Правильність та ефективність методів контролю	4.4.1 Наявність методики контролю	
	4.4.2 Наявність регламенту контролю	
5. Персонал	5.1 Організація праці і виробництва	5.1.1 Розподіл обов'язків
		5.1.2 Умови праці
	5.2 Кваліфікація	–
	5.3 Мотивація	–

Виробничі фактори були згруповані за наступними ознаками:

- обладнання – причини, пов'язані з обладнанням;
- матеріали – причини, пов'язані з матеріалами;
- технологія – причини, пов'язані з технологією роботи, з організацією виробничого процесу, з вихідною інформацією, що поступає до репроцентру;
- вимірювання – причини, пов'язані з методами і засобами контролю;
- персонал – причини, пов'язані з людським фактором.

Для ранжирування причин в роботі використовувався експертний метод парних порівнянь, де для кожної пари альтернатив експерти вказують, в якій мірі одна з них краще іншої [8, 15]. Для порівняння використовуються фактори першого порядку (устаткування, матеріали, вимірювання, технологія та персонал). Оцінюється їх вплив на якість продукції репроцентру (друкарські форми СтР та фотоформи).

Експерти, що входять до складу експертної групи, повинні однаково розуміти цілі і завдання оцінювання, задовольняти вимоги щодо компетентності, зацікавленості в участі в роботі експертної комісії, діловитості і об'єктивності. Експертами виступають 5 працівників цієї фірми (заступник директора в виробництві, 2 препрес-інженера, 2 оператора) та 2 представника з інших виробництв (науковий експерт та начальник виробництва іншого репроцентру).

Опитування експертів здійснювалось груповим методом, при якому вся група опитується спільно.

Для проведення порівняльної оцінки факторів, що впливають на якість продукції, складається оцінна таблиця, число рядків і стовпців якої відповідає кількості факторів першого порядку. Технологія заповнення таблиці полягає в наступному: при порівнянні двох чинників необхідно розподілити між ними 2 бали одним з наступних шляхів:

- якщо один з факторів чинить більший вплив на якість, ніж інший (тобто його погіршення призведе до більшого браку), то йому присвоюються 2 бали, а другого фактору в порівнянні присвоюється 0 балів;

– при рівнозначності чинників, кожному з них присуджується по 1 балу.

По діагоналі в таблиці проставляється по 1 балу.

Далі по рядках підсумовуються бали по кожному фактору, обчислюється середнє значення за результатами опитування всіх експертів і визначається ранг кожного фактора.

Для самоперевірки слід пам'ятати, що бали в таблиці розподілені правильно, якщо виконується рівняння:

$$\sum_{i=1}^N \text{Балл}_i = N^2, \quad (1)$$

де  $\text{Балл}_i$  – сумарна кількість балів, присвоєних  $i$ -тому фактору;

$N$  – кількість факторів, що оцінюються.

Для розрахунку параметрів важливості факторів впливу використовувалася залежність:

$$a_i = \frac{\sum_{i=1}^n F_{ij}}{\sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^n F_{ij}}, \quad (2)$$

де  $n$  – кількість факторів;

$F_{ij}$  – оцінка важливості фактора  $F_i$  щодо фактора  $F_j$ ;

$j$  – номер фактора в рядку,  $i$  – номер фактора в стовпці.

Приклади заповнення матриці попарного порівняння першим експертом та зведені матриці експертних оцінок представлені в таблицях 3-6.

Таблиця 3 – Матриця попарного порівняння впливу виробничих факторів на якість фотоформ (перший експерт)

Фактори	Обладнання	Матеріали	Технології	Вимірювання	Персонал	Всього:
Обладнання	1	2	2	0	1	6
Матеріали	0	1	2	1	2	6
Технології	0	0	1	0	2	3
Вимірювання	2	1	2	1	1	7
Персонал	1	0	0	1	1	3
Сума						25

Таблиця 4 – Результати експертного оцінювання впливу виробничих факторів на якість фотоформ

Фактори	Середня оцінка	Ранг	Важливість	Важливість, %
Обладнання	5,57	2	0,23	23
Матеріали	6,86	1	0,27	27
Технології	3,71	5	0,15	15
Вимірювання	4,86	3	0,19	19
Персонал	4,00	4	0,16	16
Сума	25		1	100 %

Таблиця 5 – Матриця попарного порівняння впливу виробничих факторів на якість друкарських форм CtP (перший експерт)

Фактори	Обладнання	Матеріали	Технології	Вимірювання	Персонал	Всього:
Обладнання	1	2	2	1	0	6
Матеріали	0	1	2	1	2	6
Технології	0	0	1	0	2	3
Вимірювання	1	1	2	1	0	5
Персонал	2	0	0	2	1	5
Сума						25

Таблиця 6 – Результати експертного оцінювання впливу виробничих факторів на якість друкарських форм CtP

Фактори	Середня оцінка	Ранг	Важливість	Важливість, %
Обладнання	6,00	2	0,24	24%
Матеріали	7,00	1	0,28	28%
Технології	3,57	5	0,14	14%
Вимірювання	4,14	4	0,16	16%
Персонал	4,29	3	0,18	18%
Сума	25		1	100 %

Згідно отриманим результатам експертного опитування найбільший вплив на якість як друкарських форм та і фотоформ надає фактор «Матеріали». На другому місці – фактор «Обладнання». Тобто, якщо в репроцентрі будуть використовуватись якісні матеріали і здійснюватиметься їх вхідний контроль, а також контроль та регламентоване обслуговування обладнання, можна запобігти появленню більшості браку.

На третьому місці для фотоформ важливим є фактор «Вимірювання». Це значить, що якісну фотоформу можна отримати тільки якщо контролювати всі необхідні параметри продукції та використовувати правильні методи вимірювання і точні засоби вимірювання.

Для друкарських форм контроль якості готових форм пересувається на четверте місце. На третьому місці – фактор «Персонал». Тобто від професіоналізму персоналу та його регламентованої і контрольованої роботи в більшій мірі залежить якість готової продукції.

## *2 Оцінка впливу адміністративних методів на підвищення якості*

Для комплексної оцінки стану адміністративного управління якістю за основу був узятий стандарт ДСТУ ISO 10005:2007. Системи управління якістю. Установки відносно програм якості (ISO 10005: 2005, IDT). Цей міжнародний стандарт був підготовлений з метою забезпечення механізму, який би зв'язав загальні вимоги до елементів системи якості з конкретними вимогами до певної продукції, проекту чи контракту [17].

Адміністративні методи є обов'язковими до виконання. До них відносяться: норми, стандарти, інструкції, розпорядження керівництва тощо.

Адміністративне управління на репроцентрі оцінюється за наступними пунктами: відповідальність керівництва; програма якості; управління

документацією та даними; закупівлі, відносини зі споживачами; управління процесами, контроль і випробування; управління контрольним і вимірювальним обладнанням; управління невідповідною продукцією; коригувальні та запобіжні дії; вантажні роботи, доставка; контроль якості; підготовка кадрів.

Для перевірки стану адміністративного управління слід ідентифікувати окремі особи або відділи на підприємстві, які несуть відповідальність за діяльність, що стосується кожного з пунктів програми. Для цього необхідно розглянути організаційну структуру підприємства. Виконаємо класифікацію підприємства за складом його основних виробничих ланок.

Існуючі на сьогоднішній день репроцентри можуть виконувати різні операції з додрукарської підготовки: прийом і доопрацювання оригінал-макетів від замовника, електронний монтаж, виготовлення фотоформ і друкарських форм, кольоропробу. Перелік операцій, які виконуються, накладає свої вимоги на організаційну структуру підприємства, тому що в більшості це невеликі фірми з кількістю працюючих від 7 до 20 осіб. Різні варіанти структур, виходячи з виробничих ланок, представлені в таблиці 7.

Таблиця 7 – Варіанти складу основних виробничих ланок репроцентрів

Варіант виробничої структури підприємств	Стадії додрукарської підготовки					
	Підготовка (доробка) оригінал-макету	Створення монтажу	Виготовлення фотоформ	Виготовлення друкарських форм	Цифрова кольоропроба	Спускова кольоропроба
1	+	+	+			
2	+	+		+		
3	+	+	+			+
4	+	+	+		+	+
5	+	+		+		
6	+	+		+		+
7	+	+		+	+	+
8	+	+	+	+		+
9	+	+	+	+	+	+

Репроцентр «Бурунін і К» відноситься до підприємств з повним циклом послуг (№ 9 в таблиці 7).

Ознайомившись детально зі структурою та посадовими обов'язками кожної ланки структури репроцентру можна встановити особи та відділи, які мають безпосереднє відношення до кожного з пунктів за програмою якості.

Для подальшої оцінки адміністративного управління взаємозв'язок між окремими структурними одиницями (відділами або особами) і пунктами програми заноситься в таблицю 8.

По даним таблиці 8 можна скласти таблицю для встановлення зворотного зв'язку, яка відобразить, до яких пунктів програми якості має відношення кожна із структурних одиниць (табл. 9).

Таблиця 8 – Розподіл структурних одиниць між пунктами програми якості

Найменування пункту програми якості	Найменування підрозділу або посадової особи
1. Відповідальність керівництва	Директор, заступник директора з виробництва, економічний відділ
2. Програма якості	Директор, заступник директора з виробництва, економічний відділ, виробничий відділ
3. Управління документацією та даними	Директор, заступник директора з виробництва, економічний відділ, секретар-референт
4. Закупівлі, відносини зі споживачами	Заступник директора з виробництва, економічний відділ, секретар-референт
5. Управління процесами, контроль і випробування	Заступник директора з виробництва, виробничий відділ
6. Управління контрольним і вимірювальним обладнанням	Заступник директора з виробництва, виробничий відділ
7. Управління невідповідною продукцією	Заступник директора з виробництва, економічний відділ
8. Коригувальні та запобіжні дії	Директор, заступник директора з виробництва, економічний відділ, виробничий відділ
9. Контроль якості	Заступник директора з виробництва, виробничий відділ
10. Вантажні роботи, доставка	Виробничий відділ, водій
11. Підготовка кадрів	Заступник директора з виробництва

Стан адміністративного управління пропонується оцінювати за допомогою табличного методу [18, 19]. Оціночні значення для розробленої таблиці отримані за допомогою методу експертних оцінок і інтегрального методу.

Вихідною інформацією для формування оціночної таблиці є рекомендації щодо програм якості та структурна схема підприємства, представлені в табл. 9.

Таблиця 9 – Розподіл пунктів програми якості між структурними підрозділами (їх керівниками та співробітниками)

Найменування підрозділу або посадової особи	Найменування пункту програми якості
1. Директор	Відповідальність керівництва Програма якості Управління документацією та даними Коригувальні та запобіжні дії
2. Заступник директора з виробництва	Відповідальність керівництва Програма якості Управління документацією та даними Закупівлі, відносини зі споживачами Управління процесами, контроль і випробування Управління вимірювальним обладнанням Управління невідповідною продукцією Коригувальні та запобіжні дії Контроль якості Підготовка кадрів

Продовження таблиці 9

Найменування підрозділу або посадової особи	Найменування пункту програми якості
3. Економічний відділ	Відповідальність керівництва Програма якості Управління документацією та даними Закупівлі, відносини зі споживачами Управління невідповідною продукцією Коригувальні та запобіжні дії
4. Виробничий відділ	Програма якості Управління процесами, контроль і випробування Управління контрольним і вимірювальним обладнанням Коригувальні та запобіжні дії Контроль якості Вантажні роботи, доставка
5. Секретар-референт	Управління документацією та даними Закупівлі, відносини зі споживачами
6. Водій	Вантажні роботи, доставка

Маючи ці дані можна оцінити кожен з відділів підприємства по найбільш істотним показникам, що характеризують рівень організації якості на зазначених етапах. Таких як наявність і документування заходів щодо забезпечення якості; їх впровадження та реалізація; ефективність від впровадження і реалізації.

Інтегральна оцінка стану системи якості (еталонна таблиця) представлена на рис. 2.

Для оцінки відповідності рівня якості введені вагові коефіцієнти для кожного з етапів і складових їх компонент. Сума вагових коефіцієнтів дорівнює одиниці. Вагові коефіцієнти кожного з етапів показують важливість істотних показників. Оцінка по кожному істотному показнику – середня оцінка експерта по кожному з них і залежить від рівня виконання або невиконання істотних показників. Оцінка істотного показника в таблиці зазначається значенням від «0» до «1» в залежності від рівня виконання, де «1» – ідеальне виконання всіх рекомендацій, «0» – абсолютне недотримання вказівок, а проміжні оцінки показують рівень виконання рекомендацій.

В якості істотних показників визначені: наявність документів або функцій документально оформлених, що забезпечують якість продукції, їх обов'язкове виконання, а також отримання позитивного ефекту у вигляді зростання рівня якості продукції.

Застосовуючи інтегральний метод оцінки рівня якості [8, 14, 15], отримуємо такі формули:

– другий рівень деталізації

$$q_{ij} = \sum_{k=1}^n p_{ijk} N_{ijk} ; \quad (3.3)$$

Microsoft Excel - Анализ администрирования											
Файл Правка Вид Вставка Формат Сервис Данные Окно Справка											
P54											
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
№ п/п	Пункти програми якості	Вагові коефіцієнти	Наявність та документування	Вагові коефіцієнти	Впровадження та реалізація	Вагові коефіцієнти	Ефективність від реалізації	Вагові коефіцієнти	Ітогові показники		
<b>1. Директор</b>											
1	Відповідальність керівництва	0,25	1	0,3	1	0,3	1	0,4	1		
2	Управління документацією та даними	0,25	1	0,3	1	0,3	1	0,4	1		
3	Програма якості	0,25	1	0,3	1	0,3	1	0,4	1		
4	Коригувальні та запобіжні дії	0,25	1	0,3	1	0,3	1	0,4	1		
		<b>Всього</b>	<b>1,00</b>					<b>Груповий показник</b>	<b>1</b>		
<b>2. Заступник директора з виробництва</b>											
1	Відповідальність керівництва	0,1	1	0,3	1	0,3	1	0,4	1		
2	Програма якості	0,1	1	0,3	1	0,3	1	0,4	1		
3	Управління документацією та даними	0,1	1	0,3	1	0,3	1	0,4	1		
4	Закупівлі, відносини зі споживачами	0,1	1	0,3	1	0,3	1	0,4	1		
5	Управління процесами, контроль і випробування	0,1	1	0,3	1	0,3	1	0,4	1		
6	Управління контрольним і вимірювальним обладнанням	0,1	1	0,3	1	0,3	1	0,4	1		
7	Управління невідповідною продукцією	0,1	1	0,3	1	0,3	1	0,4	1		
8	Коригувальні та запобіжні дії	0,1	1	0,3	1	0,3	1	0,4	1		
9	Контроль якості	0,1	1	0,3	1	0,3	1	0,4	1		
10	Підготовка кадрів	0,1	1	0,3	1	0,3	1	0,4	1		
		<b>Всього</b>	<b>1,00</b>					<b>Груповий показник</b>	<b>1</b>		
<b>3. Економічний відділ</b>											
1	Відповідальність керівництва	0,17	1	0,3	1	0,3	1	0,4	1		
2	Програма якості	0,17	1	0,3	1	0,3	1	0,4	1		
3	Управління документацією та даними	0,17	1	0,3	1	0,3	1	0,4	1		
4	Закупівлі, відносини зі споживачами	0,16	1	0,3	1	0,3	1	0,4	1		
5	Управління невідповідною продукцією	0,16	1	0,3	1	0,3	1	0,4	1		
6	Коригувальні та запобіжні дії	0,17	1	0,3	1	0,3	1	0,4	1		
		<b>Всього</b>	<b>1,00</b>					<b>Груповий показник</b>	<b>1</b>		
<b>4. Виробничий відділ</b>											
1	Програма якості	0,17	1	0,3	1	0,3	1	0,4	1		
2	Управління процесами, контроль і випробування	0,18	1	0,3	1	0,3	1	0,4	1		
3	Управління контрольним і вимірювальним обладнанням	0,17	1	0,3	1	0,3	1	0,4	1		
4	Коригувальні та запобіжні дії	0,16	1	0,3	1	0,3	1	0,4	1		
5	Контроль якості	0,17	1	0,3	1	0,3	1	0,4	1		
6	Вантажні роботи, доставка	0,15	1	0,3	1	0,3	1	0,4	1		
		<b>Всього</b>	<b>1,00</b>					<b>Груповий показник</b>	<b>1</b>		
<b>5. Секретар-референт</b>											
1	Управління документацією та даними	0,5	1	0,3	1	0,3	1	0,4	1		
2	Закупівлі, відносини зі споживачами	0,5	1	0,3	1	0,3	1	0,4	1		
		<b>Всього</b>	<b>1,00</b>					<b>Груповий показник</b>	<b>1</b>		
<b>6. Водій</b>											
1	Вантажні роботи, доставка	1	1	0,3	1	0,3	1	0,4	1		
		<b>Всього</b>	<b>1,00</b>					<b>Груповий показник</b>	<b>1</b>		

Рисунок 2 – Оцінка стану управління якістю в репроцентрі (еталонна таблиця)

– перший рівень

$$q_i = \sum_{j=1}^m p_{ij} q_{ij} = \sum_{j=1}^m p_{ij} \sum_{k=1}^n p_{ijk} N_{ijk} ; \quad (3.4)$$

– нульовий рівень

$$Q_{\text{обобщ}} = \sum_{i=1}^l p_i q_i = \sum_{i=1}^l p_i \sum_{j=1}^m p_{ij} \sum_{k=1}^n p_{ijk} N_{ijk} , \quad (3.5)$$

де  $Q_{\text{обобщ}}$  – узагальнений показник рівня організації якості на підприємстві;

$p_i, p_{ij}, p_{ijk}$  – вагові коефіцієнти етапів системи якості та складових їх компонент;

$q_i$  – сумарний (комплексний) показник по етапах;

$q_{ij}$  – груповий показник.

Повинні дотримуватись умови:  $\sum_{i=1}^l p_i = 1, \sum_{j=1}^m p_{ij} = 1, \sum_{k=1}^n p_{ijk} = 1.$

Робота з таблицею зводиться до наступних операцій:

– фіксація рівня реалізації суттєвих показників при незмінних вагових коефіцієнтах;

– визначення суми додатків  $N_{ijk}$  на відповідні вагові коефіцієнти в строках таблиці  $\sum_{k=1}^n p_{ijk} N_{ijk}$ ;

– визначення сумарних показників по етапах  $q_i$ ;

– визначення узагальненого показника якості  $Q_{обобщ}$  як суми показників  $\sum_{i=1}^l q_i.$

При наявності в системі забезпечення якості всіх зазначених на різних етапах документів і заходів, їх документального оформлення, неухильного виконання і отриманні позитивного ефекту від їх реалізації,  $Q_{обобщ}$  дорівнюється одиниці.

Відсутність одного або кількох суттєвих показників знижує значення  $Q_{обобщ}$ . Аналізуючи значення сумарних показників по етапах, визначають найбільш «слабкі» відділ і далі компоненту в складі даного етапу. Аналіз цих даних дозволить встановити причини зниження якості і сформулювати рекомендації щодо підвищення якості. Фактичні дані аналізованого підприємства і інтегральна оцінка стану системи якості в репроцентрі представлені на рис. 3.

Аналіз даних таблиці дозволяє зробити наступні висновки. Групові показники всіх структурних одиниць знаходяться в межах від 0,82 до 1, що говорить про добре адміністративне управління. Максимальні значення у секретаріату і водія. Це пояснюється тим, що вони виконують обмежений і чітко регламентований перелік функцій. Хороші показники у керівного складу, тому що організаційно-розпорядча документація, яка регламентує відповідальність і функціональні обов'язки керівників, була сформована на етапі реєстрації підприємства і відрегульована за роки виробничої діяльності (репроцентр функціонує з 2006 р). Однак видно проблеми з нормативною документацією, пов'язаною з програмою якості, а також діями, що коректують і попереджають. Це видно і по діяльності економічного відділу, у якого найнижчий груповий показник (0,81).

Виробничий відділ має більш високий груповий показник 0,825. Це пов'язано з хорошим регламентуванням технологічних процесів і грамотним персоналом, які виконують свої функції в повному обсязі. Однак і там є свої проблеми: неповна документація на проведення контрольних операцій на виробництві, відсутність регламенту щодо коригуючих та запобіжних дій.

№ п/п	Пункти програми якості	Вагові коефіцієнти	Наявність та документування	Вагові коефіцієнти	Впровадження та реалізація	Вагові коефіцієнти	Ефективність від реалізації	Вагові коефіцієнти	Ітогові показники
<b>1. Директор</b>									
1	Відповідальність керівництва	0,25	1	0,3	1	0,3	0,9	0,4	0,96
2	Управління документацією та даними	0,25	0,9	0,3	1	0,3	0,95	0,4	0,95
3	Програма якості	0,25	0,5	0,3	1	0,3	0,9	0,4	0,81
4	Коригувальні та запобіжні дії	0,25	0,2	0,3	0,9	0,3	1	0,4	0,73
		<b>Всього</b>	<b>1,00</b>					<b>Груповий показник</b>	<b>0,8625</b>
<b>2. Заступник директора з виробництва</b>									
1	Відповідальність керівництва	0,1	1	0,3	1	0,3	1	0,4	1
2	Програма якості	0,1	0,5	0,3	0,7	0,3	0,9	0,4	0,72
3	Управління документацією та даними	0,1	1	0,3	1	0,3	1	0,4	1
4	Закупівлі, відносини зі споживачами	0,1	1	0,3	1	0,3	1	0,4	1
5	Управління процесами, контроль і випробування	0,1	0,9	0,3	1	0,3	1	0,4	0,97
6	Управління контрольним і вимірювальним обладнанням	0,1	0,8	0,3	0,9	0,3	0,95	0,4	0,89
7	Управління невідповідною продукцією	0,1	1	0,3	1	0,3	1	0,4	1
8	Коригувальні та запобіжні дії	0,1	0,2	0,3	0,8	0,3	0,9	0,4	0,66
9	Контроль якості	0,1	0,7	0,3	1	0,3	1	0,4	0,91
10	Підготовка кадрів	0,1	0,1	0,3	0,8	0,3	1	0,4	0,67
		<b>Всього</b>	<b>1,00</b>					<b>Груповий показник</b>	<b>0,882</b>
<b>3. Економічний відділ</b>									
1	Відповідальність керівництва	0,17	1	0,3	1	0,3	0,9	0,4	0,96
2	Програма якості	0,17	0,5	0,3	0,7	0,3	0,8	0,4	0,68
3	Управління документацією та даними	0,17	0,9	0,3	1	0,3	1	0,4	0,97
4	Закупівлі, відносини зі споживачами	0,16	1	0,3	1	0,3	1	0,4	1
5	Управління невідповідною продукцією	0,16	1	0,3	1	0,3	1	0,4	1
6	Коригувальні та запобіжні дії	0,17	0,2	0,3	0,3	0,3	0,25	0,4	0,25
		<b>Всього</b>	<b>1,00</b>					<b>Груповий показник</b>	<b>0,81</b>
<b>4. Виробничий відділ</b>									
1	Програма якості	0,17	0,5	0,3	0,8	0,3	0,9	0,4	0,75
2	Управління процесами, контроль і випробування	0,18	0,8	0,3	0,9	0,3	0,95	0,4	0,89
3	Управління контрольним і вимірювальним обладнанням	0,17	0,8	0,3	1	0,3	1	0,4	0,94
4	Коригувальні та запобіжні дії	0,16	0,2	0,3	0,6	0,3	0,8	0,4	0,56
5	Контроль якості	0,17	0,7	0,3	1	0,3	1	0,4	0,91
6	Вантажні роботи, доставка	0,15	1	0,3	0,8	0,3	0,9	0,4	0,9
		<b>Всього</b>	<b>1,00</b>					<b>Груповий показник</b>	<b>0,825</b>
<b>5. Секретар-референт</b>									
1	Управління документацією та даними	0,5	0,9	0,3	1	0,3	0,9	0,4	0,93
2	Закупівлі, відносини зі споживачами	0,5	1	0,3	1	0,3	1	0,4	1
		<b>Всього</b>	<b>1,00</b>					<b>Груповий показник</b>	<b>0,97</b>
<b>6. Водій</b>									
1	Вантажні роботи, доставка	1	1	0,3	1	0,3	1	0,4	1
		<b>Всього</b>	<b>1,00</b>					<b>Груповий показник</b>	<b>1</b>

Рисунок 3 – Оцінка стану управління якістю в репроцентрі (фактичні дані)

Розрахунок узагальненого показника рівня організації якості на підприємстві (еталонного та фактичного) наведено на рис. 4-5 відповідно.

№ п/п	Організаційні одиниці	Вагові коефіцієнти	Групові показники	Інтегральні показники
1	Директор	0,138	1	0,138
2	Заступник директора з виробництва	0,345	1	0,345
3	Економічний відділ	0,207	1	0,207
4	Виробничий відділ	0,207	1	0,207
5	Секретар-референт	0,069	1	0,069
6	Водій	0,034	1	0,034
			1	
Узагальнений показник				<b>1</b>

Рисунок 4 – Узагальнений показник рівня організації якості на підприємстві (еталонна таблиця)

	A	B	C	D	E
1	№ п/п	Організаційні одиниці	Вагові коефіцієнти	Групові показники	Інтегральні показники
2	1	Директор	0,138	0,8625	0,119025
3	2	Заступник директора з виробництва	0,345	0,882	0,30429
4	3	Економічний відділ	0,207	0,81	0,16767
5	4	Виробничий відділ	0,207	0,825	0,170775
6	5	Секретар-референт	0,069	0,91	0,06279
7	6	Вводій	0,034	1	0,034
8			1		
9		Узагальнений показник			<b>0,85855</b>
10					

Рисунок 5 – Узагальнений показник рівня організації якості на підприємстві (фактичні дані)

### 3 Аналіз результатів дослідження

Основними факторами, які впливають на якість продукції в репроцентрі, можна назвати виробничі (технологічні) та адміністративні (організаційно-розпорядчі). Саме вони в більшій мірі визначають якість продукції та послуг.

Після аналізу виробничих факторів, було виявлено, що найбільш впливовими факторами є матеріали та обладнання. Вони важливі, як при виготовленні фотоформ, так і друкарських форм. Третю позицію займають вимірювання для фотоформ. Це пояснюється використанням декількох засобів та методів вимірювання для отримання якісної продукції. Для технологічного процесу виготовлення форм СтР більш ваговим є показник професійності персоналу. На підприємстві встановлено дві нові системи СтР, які налаштовані на виготовлення якісної продукції і саме кваліфікація обслуговуючого персоналу дозволяє запобігти появі браку. Покращання цих факторів значно підвищить якість продукції та послуг репроцентру.

Виявлення причинно-наслідкових зв'язків появи дефектів, встановлення найбільш вагомих факторів впливу дозволяє з'ясувати відхилення процесів і вимірювань, оцінити досконалість системи управління якістю і рівень досягнутих підприємством показників.

Для репроцентру окрім аналізу виробничих факторів було проаналізовано оригінали, що надходять на виробництво від замовників, тому що в багатьох випадках якість вихідної інформації, канали надходження та регламент роботи з вихідними файлами визначають якість виробничих процесів та якість готової продукції (фотоформ, друкарських форм, кольоропроб).

Технічний контроль в репроцентрі має свою специфіку. Більшість таких підприємств мають невелику кількість працюючих, тому недоцільно мати навіть окремого інженера по якості. Функції контролю покладають на препрес-інженерів – вони здійснюють контроль та редагування вхідних файлів і несуть за це відповідальність за умови браку. А також на операторів СтР, які контролюють готову продукцію (фотоформи та друкарські форми). Контроль напівфабрикатів та розхідних матеріалів покладається на менеджера або начальника виробництва.

Процес контролювання формних процесів на підприємстві в цілому виконується добре, але є необхідність додати декілька контрольних точок та засобів вимірювання (денситометр та мікроскоп на новому філіалі).

Розглянуті фактори дозволяють сформулювати основні напрямки підвищення якості:

- використання якісних матеріалів, вхідний контроль матеріалів;
- регламентація роботи щодо прийому вихідної інформації (оригіналів) від замовників;
- застосування прогресивних методів контролю і аналізу якості продукції та технологічних процесів виробництва;
- проведення обов'язкової планової та позачергової (при необхідності) технічної профілактики обладнання;
- підвищення технічного рівня виробництва, автоматизація виробничих процесів (коли це можливо);
- дотримання технологічної, виробничої і виконавської дисципліни;
- вдосконалення технологічних процесів виробництва.

Під час аналізу стану адміністративного управління репроцентром визначений узагальнений показник рівня організації якості на підприємстві. Значення показника 0,859 вказує на добру організацію функціонування системи адміністрування репроцентру, що дозволяє забезпечувати досить високу якість продукції та послуг, і робить їх конкурентоспроможними, але є і деякі «вузькі» місця. У зв'язку з цим можна рекомендувати для підвищення ефективності адміністративної системи підприємства розробити керівний документ «Керівництво якістю» і методику моніторингу виробничого процесу і контролю продукції, а також доопрацювати і впровадити нормативну документацію щодо коригувальних та запобіжних дій. Це в подальшому призведе до підвищення якості виробництва та дозволить значно спростити процес контролю якості.

В перспективні плани розвитку репроцентра слід включити розробку і впровадження на підприємстві системи менеджменту якості, адаптовану під функції та особливості репроцентру.

Керівництво репроцентра прийшло до усвідомлення, що забезпечення високого рівня якості необхідно не тільки кінцевому споживачеві, але і самому підприємству. Грамотна організація управління якістю, а також дотримання всіх державних і міжнародних стандартів відкривають перед продукцією нові ринки, отже, дозволяють досягти максимального показника прибутку.

## **Висновки**

В останні роки технологія StP стає все більш популярною: з'являються нові технології виготовлення пластин, нове обладнання, збільшується кількість виробників формних матеріалів, які виходять на український ринок. Всі ці фактори визначають підвищення якості пластин StP, розширення асортименту,

зниження ціни на дану продукцію і, як наслідок, збільшення кількості замовників. Цьому сприяє і відчутна конкуренція серед виробників форм СтР для офсетного друку.

Перераховані фактори свідчать на користь інтенсивного розвитку цифрових технологій на ринку формних процесів не тільки в місті Харкові, а й у всій Україні. Тому особливо важливим є забезпечення якості формного виробництва для підвищення ефективності роботи репроцентрів і розширення ринків збуту.

В роботі було досліджено репроцентр – ТОВ «Бурунін і К»: особливості його функціонування та організаційної структури, організація виробничого процесу, управління якістю формних процесів на виробництві, виявлені основні конкуренти цього підприємства і проаналізована їх діяльність.

Виходячи зі специфіки діяльності цього репроцентру, поставлена перспективна мета – розширення нових видів послуг та впровадження на виробництві сучасних технологій для підвищення якості продукції. А поточною метою є дослідження існуючих засобів та методів управління якістю, які використовуються на підприємстві та покращання їх для підвищення якості продукції і послуг, а також зменшення браку.

В результаті виконання роботи було досліджено, як здійснюється контроль якості формних процесів на репроцентрі та виявлені основні фактори, які впливають на якість формних процесів. Були також проаналізовані основні засоби і методи управління якістю на підприємстві, здійснено оцінку впливу технологічних факторів на рівень якості та адміністративних методів на підвищення якості. На підставі цього аналізу розроблено перелік заходів щодо підвищення якості виготовлення фотоформ і друкарських форм на репроцентрі та надано рекомендації щодо підвищення управління якістю на підприємстві.

#### Список літератури

1. ДСТУ ISO 9000:2007. Системи управління якістю. Основні положення та словник термінів (ISO 9000:2005. Quality management systems – Fundamentals and vocabulary). Введ. 2007-09-03. К: Держстандарт України, 2007.
2. База даних підприємств Компас. URL: <https://ua.kompass.com/>.
3. Цигічко В., Чеботарьова І.Б. Аналіз виробників СтР-пластин Харківського регіону // Друкарство молоде: тези доповідей 18-ї міжнародної науково-технічної конференції студентів і аспірантів. 2018. С. 148-149.
4. 20 наивных, но важных вопросов про СТР. URL: [https://www.publish.ru/articles/201810\\_20013941](https://www.publish.ru/articles/201810_20013941).
5. Бойко А.А., Чеботарева И.Б. Методика расчета загрузки СтР на полиграфическом предприятии // Полиграфические, мультимедийные и web-технологии: тез. докл. 2-й междунаrod. науч.-техн. конф. (16-22 мая 2017, г. Харьков). 2017. Т. 1. С.17-20.
6. Amsky в ООО «Бурунин и К». URL: <https://printus.com.ua/article/read/2073>.
7. Полянский Н.Н., Карташева О.А., Надирова Е.Б. Технология формных процессов: учебник. М.: МГУП. 2007. 366 с.
8. Ткаченко В.П., Цимбал Л.І. Основи метрології, стандартизації та управління якістю: навчальний посібник. Харків: ХНУРЕ, 2003.

9. Дурняк Б.В., Ткаченко В.П., Чеботарьова І.Б. Стандарти в поліграфії та видавничій справі: довідник. Львів: Вид-во Укр. акад. друкарства, 2011. 320 с.
10. Heidelberg – в помощь печатнику и технологю. URL: <https://www.heidelberg.com/>.
11. Офсетные CtP пластины / MacHOUSE. URL: [http://machouse.ua/consumables/catalog/ofset\\_base/](http://machouse.ua/consumables/catalog/ofset_base/).
12. Офсетные пластины АВЕЗЕТА в Украине. URL: <https://abezeta.com.ua/>.
13. ДСТУ ISO 9000-2001. Системи управління якістю. Вимоги. Введ. 2001-11-1. К: Держстандарт України, 2001.
14. Гавенко С.Ф., Мельников О.В. Оцінка якості поліграфічної продукції: навч. посібник. Львів: Афіша, 2000. 120 с.
15. Разработка и апробации методики комплексной оценки уровня качества флексопечати экструзионной упаковки / Манаков В.П., Чеботарева И.Б., Чеботарев Р.И., Муравьева А.В. // Траекторія Науки= Path of Science. 2016. Вып. 2(4). С. 318-331.
16. Томохова И.Н., Рыжова Н.А. Классификация средств и методов управления качеством. URL: [https://www.cfin.ru/management/iso9000/qm/meths\\_classification.shtml](https://www.cfin.ru/management/iso9000/qm/meths_classification.shtml).
17. ДСТУ ISO 10005:2007. Системи управління якістю. Установки відносно програм якості (ISO 10005:2005, IDT). Введ. 2007-09-03. К: Держстандарт України, 2007.
18. Григорьев А.В., Кузенкова Т.В., Соломина И.Н. Исследование состояния системы обеспечения качества продукции на полиграфическом предприятии // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. 2010. №48. С. 40-44.
19. Григорьев А.В., Чеканов И.О. Разработка способа оценки состояния системы обеспечения качества продукции полиграфического предприятия. Сб. науч. трудов Sword. 2013. Вып 4. Т. 29. С.71-75.

УДК 004.056.5:655.25

## ЕЛЕМЕНТИ ЗАХИСТУ ЕТИКЕТКОВО-ПАКУВАЛЬНОЇ ПРОДУКЦІЇ

**Бізюк А.В.**

к.т.н., професор, кафедра Медіасистем та технологій  
Харківський національний університет радіоелектроніки

*Анотація.* Контроль поліграфічних захисних елементів обумовлює правильність їх виконання, зменшення кількості неякісного товару і підробок, що особливо актуально в сучасних умовах. Результатом дослідження є аналіз методів перевірки рівня захисту етикетково-пакувальної продукції, розроблений алгоритм перевірки зображень на збіг з оригіналом, а також відповідний програмний засіб. Дане дослідження розширює можливості ефективного контролювання захисних елементів на додрукарській стадії виробництва.

*Ключові слова:* ЕЛЕМЕНТИ ПОЛІГРАФІЧНОГО ЗАХИСТУ, АЛГОРИТМ, ПОРІВНЯННЯ, ФАЛЬСИФІКАТ.

### Вступ

Фальсифікація – це створення зразка продукції, максимально близького до оригіналу, для підміни останнього з метою отримання прибутку [1]. Розвиток копіювальної техніки приніс нові можливості створення підробних екземплярів поліграфічної продукції. В сучасному світі покращуються й можливості фальсифікаторів: кожен новий спосіб друку або спрощує створення підробки, або примушує виготівників фальсифікованої продукції обходити цей спосіб за допомогою інших, тим самим, удосконалюючи процес друку.

Проблема фальсифікації полягає у фінансовому і моральному збитку виробника і споживача, особливо важливою є шкода, що наноситься здоров'ю людини. Говорячи про етикетково-пакувальну продукцію, слід зазначити, що поліграфічна підробка є вторинною відносно підробки самого продукту, проте захисну функцію несе саме вона.

Ринок етикетково-пакувальної продукції дуже привабливий для фальсифікаторів. Це обумовлено великими і незмінно зростаючими обсягами виробництва і прибутку. У 2019 році світовий ринок друку упаковки і етикетки показав зростання у розмірі 11,4% в порівнянні з 2018 роком [2]. Статистика показує тенденцію зростання ринку і останніми роками. За даними досліджень Smithers Pira, в 2016 році прибуток ринку упаковки склав 820 мільярдів доларів [3]. Середній об'єм доходу від етикеткової промисловості складає близько 15 мільярдів доларів на рік, і також продовжує рости.

Це зростання забезпечене рядом тенденцій, таких як зростаюча урбанізація, інвестиції в будівництво, розширення сфери охорони здоров'я і розвиток економіки країн, у тому числі, Китаю, Індії, Бразилії і деяких країн Східної Європи. Збільшення особистого доходу і зміна способу життя в таких

країнах впливає на споживання продукції і, побічно, на ринок етикетково-пакувальної продукції. Підвищений попит на побутову техніку, наприклад, на пральні машини, викликає не лише зростання попиту на упаковку для самих машин, але і на потреби в пов'язаній продукції, такий як, засоби догляду за побутовою технікою і засоби, вживані разом з нею, наприклад, пральні порошки. У свою чергу для супровідних товарів також потрібні етикетки і упаковки. Високі темпи зростання споживання етикетково-пакувальної продукції наявні в таких областях виробництва, як косметика, засоби побутової і особистої гігієни, одяг, аудіо і відео продукція, техніка, і, особливо, продукти харчування, електротовари, фармацевтичні і медичні вироби, що стимулює виробництво упаковок і етикеток.

При цьому об'єм контрафактної продукції оцінюється більш ніж в 20% усієї продукції світового ринку [5]. Виробники всього світу щодня стикаються з проблемою підробки продукції. Окрім прямих збитків, компанії-виробники також несуть втрати від судових витрат, які є присутні при виявленні підробки споживачем.

Таким чином, ситуація, що склалася на ринку, показує, що особливо важливо приділяти увагу захисним функціям етикетково-пакувальної продукції, розвитку нових методів захисту і контролю захищеної поліграфічної продукції.

### **Мета та задачі дослідження**

Широке поширення контрафактних товарів викликає необхідність в створенні методів боротьби з фальсифікацією. Передусім, природно, це впровадження нових і досконаліших захисних елементів і методів їх контролю [12, 15, 16]. Проте не меншу значущість має інформування споживача про певні види захисту товару і посилення відповідальності за фальсифікацію.

Враховуючи, що фальсифікація етикетково-пакувальної продукції є непрямую, слід зазначити, що фальсифікаторам загрожує покарання вже за первинну підробку. Міра відповідальності визначається від обсягів виготовлених та розповсюджених фальсифікатів, а також від шкоди, нанесеної цією продукцією споживачам і виробникам оригінальної продукції. Говорячи виключно про етикетково-пакувальну продукцію, в нашій країні ухвалені законопроекти, що вимагають обов'язкових захисних елементів лише на упаковці лікарських препаратів і наявності акцизних марок на відповідній продукції. Тобто, зараз виробник повинен сам піклуватися про захист власної продукції, отже, потрібні розробка і прийняття актів і законів, регулюючих сферу етикетково-пакувальної промисловості в повнішому обсязі.

Захисні елементи і методи їх контролю мають бути застосовані на усіх етапах виробництва етикеток та упаковок. На додрукарській стадії при створенні оригінал-макету впроваджуються деякі елементи захисту продукції [14].

Не менш важливо перевіряти правильність виготовлення макету і застосування усіх елементів [13].

Дизайнер має бути упевнений, що він використовує правильний логотип, мікротекст, приховане зображення, колірне поєднання і інші способи захисту. Таким чином, актуальне створення засобу контролю – використання цих елементів [12, 15].

## **Основна частина**

### *1 Аналіз методичної складової дослідження*

Ситуація, що склалася на ринку поліграфічної продукції, показує, що такі поняття як конкуренція і фальсифікація зустрічаються постійно. Практично будь-яка система захисту може бути підроблена, проте високий рівень захисту вимагає великих витрат від виробника, що не завжди можливо і доцільно. Іноді продукція зобов'язана мати захисні елементи, наприклад, упаковка медикаментів. Виробник кінцевого продукту не завжди належним чином обізнаний про принципи захисту упаковки, отже, їх повинні знати, уміти відрізнити і застосувати виготівники оригінал-макетів етикетки і упаковки. Проте не усі способи захисту є зручними для споживача, і навіть фахівцеві іноді потрібне певне устаткування для перевірки наданого зразка.

З цього виходить необхідність оперативного контролю продукції, наявність усіх необхідних елементів системи захисту упаковки і етикетки, а також перешкода випуску фальсифікованих зразків. Для цього треба виявити причини появи підробних зразків.

Причинами можуть бути цілеспрямоване виробництво фальсифікату і виробництво за допомогою посередників. Найчастіше шахраї не мають спеціального устаткування для повного циклу виробництва продукції, а діють через посередників. Проміжна організація, наприклад виробник кліше, може бути не обізнана про достовірність об'єкту друку, і, хоча це не позбавляє його від відповідальності, фальсифікат, проте, виробляється. А також посередник не завжди має можливість перевірити надані відомості на предмет фальсифікації. У цьому полягає проблема, яку необхідно вирішити.

Метою дослідження є оцінка способів і методів захисту етикетково-пакувальної продукції і створення програмного засобу їх контролю на додрукарській стадії виробництва, оскільки саме на цій стадії це найбільш затребувано і практично. В практичній частині дослідження розглянуто програмний засіб, дія якого заснована на розробленому алгоритмі, і який дозволить виявити фальсифікований зразок у порівнянні його з оригіналом.

### *1.1 Теоретичні засади алгоритму задачі*

Концепція створюваного скрипта ґрунтується на порівнянні зображень, одне з яких свідомо є оригінальним. Відомо, що зображення бувають векторними і растровими. Проте отримати для порівняння векторний зразок можливо не завжди. Растрове зображення є масивом пікселів. Кожен елемент цього масиву зберігає необхідну інформацію щодо кольору. Кількість колірних координат, що

зберігаються в пікселі, залежить від колірному простору растрового зображення. Оскільки дані зображення є поліграфічними оригінал-макетами, то розробку скрипта проведено для колірної моделі СМУК.

Порівняння зображень для контролю наявності захисних елементів має за мету пошук відмінностей на двох зображеннях. Для цього кожен піксель оригіналу необхідно порівняти з відповідним йому пікселем наданого для перевірки зображення. Якщо усі пікселі попарно співпадають, то зображення ідентичні, і можна стверджувати, що надане для перевірки зображення не є фальсифікатом, а також має усе необхідні захисні елементи.

Елементарною перевіркою збігу є віднімання значень пікселів. Проте слід зазначити, що кожен піксель зберігає як мінімум чотири числові значення – колірні координати Cyan, Magenta, Yellow, Black. Таким чином, при відніманні двох пікселів необхідно порівнювати чотири пари значень. При абсолютному збігу результатом віднімання є нуль, що означає рівність колірних значень пікселів. Нульове значення усіх чотирьох координат СМУК відповідає білому кольору, що робить можливим зручне візуальне спостереження результатів віднімання. При цьому значення неспівпадаючих пікселів може варіюватися.

Особливістю людського зору є сприйняття картини в цілому, а також адаптація до білого кольору: якщо найсвітліший відтінок зображення близький до білого, то він може сприйматися як білий. Отже, окрім візуального відображення результатів віднімання, потрібний аналіз отриманого зображення і виведення числового значення, що дозволяє оцінити міру збігу порівнюваних зображень. Програмний комплекс MatLab надає можливості як аналітичної, так і візуальної оцінки зображень.

Оскільки кожен піксель результуючого зображення містить інформацію про колірні координати, які є підсумком попарного віднімання чотирьох колірних значень, то надається можливість не лише абсолютного, але і поканального порівняння зображень. Це робить реальним аналіз колірних характеристик і відхилень даних зображень, що важливо для елементів захисту.

Для дослідження і оцінки застосування захисних елементів в алгоритмі має бути передбачене завдання міри чутливості, під якою слід розуміти поріг ідентичності зображень. Тобто надається можливість приймати зображення за ідентичні, якщо їх різниця нижча за порогове значення. Налаштування порогу чутливості до відмінностей повинне вироблятися вручну, і залежить від конкретних ситуацій, проте, слід зазначити, що абсолютну різницю зображень дає виключно використання нульового порогового значення.

Під час написання алгоритму також було враховано, що аналізуватися і порівнюватися може велика кількість зображень. Порівняння і аналіз зображень вручну – це досить трудомісткий процес, який вимагає значних витрат часу. Це означає, що потрібно додати автоматичну пакетну обробку зображень.

На підставі представлених вимог і цілей складений алгоритм програмного засобу порівняння зображень:

- визначення адреси локального розташування оригінальних і потенційно фальсифікованих зображень;
- визначення відповідності зображень для перевірки, необхідним оригіналам;
- безпосереднє віднімання відповідних зображень;
- розрахунок абсолютної і поканальної різниці зображень на підставі даних результуючого зображення;
- збереження результуючого зображення, ім'я якого містить дані математичного аналізу ідентичності порівнюваних зображень.

### *1.2 Графічне представлення алгоритму*

Відповідно до представленого алгоритму для наступного написання програмного коду було створено блок-схему процесу.

Блок-схема – поширений тип схем (графічних моделей), що описують алгоритми або процеси, в яких окремі кроки зображені у вигляді блоків різної форми, сполучених між собою лініями, що вказують напрям послідовності [10].

Оскільки MatLab є інтерпретованою мовою програмування, ця графічна модель наочно представляє дію алгоритму і взаємозв'язок процесів усередині нього. Блок-схема складається згідно ГОСТ 19 701-90 [10]. В даному випадку для виконання алгоритму досить використання таких складових елементів блок-схеми, як процеси, зумовлені процеси, цикли, рішення і лінійні символи.

Для роботи з конкретною парою зображень з масиву наданих зображень алгоритм програми припускає створення декількох вкладених циклів, що визначають відповідність оригінальних та наданих для перевірки зображень та подальші обчислення міри збігу вибраної пари.

Представлена на рис. 1 блок-схема відображує послідовність виконання дій та особливості безпосереднього відображення цих дій в програмному коді. Блок-схема дозволяє продемонструвати логічну структуру програмного коду та уникнути використання надмірних функцій і процедур.

Процес визначення абсолютного і поканального збігу порівнюваних зображень також може бути відбитий в блок-схемі. Для зручності читання на схемі відображений не лише сам процес, але і межі циклу, якому процес належить. Схема приведена на рис. 2.

Процес, відображений на останній блок-схемі, є виконанням дій для визначення абсолютного і поканального збігу конкретних відповідних порівнюваних зображень. Відповідно до розробленого алгоритму, цей процес виконується після віднімання зображень, і дії процесу виконуються вже над зображенням, отриманим в результаті віднімання.



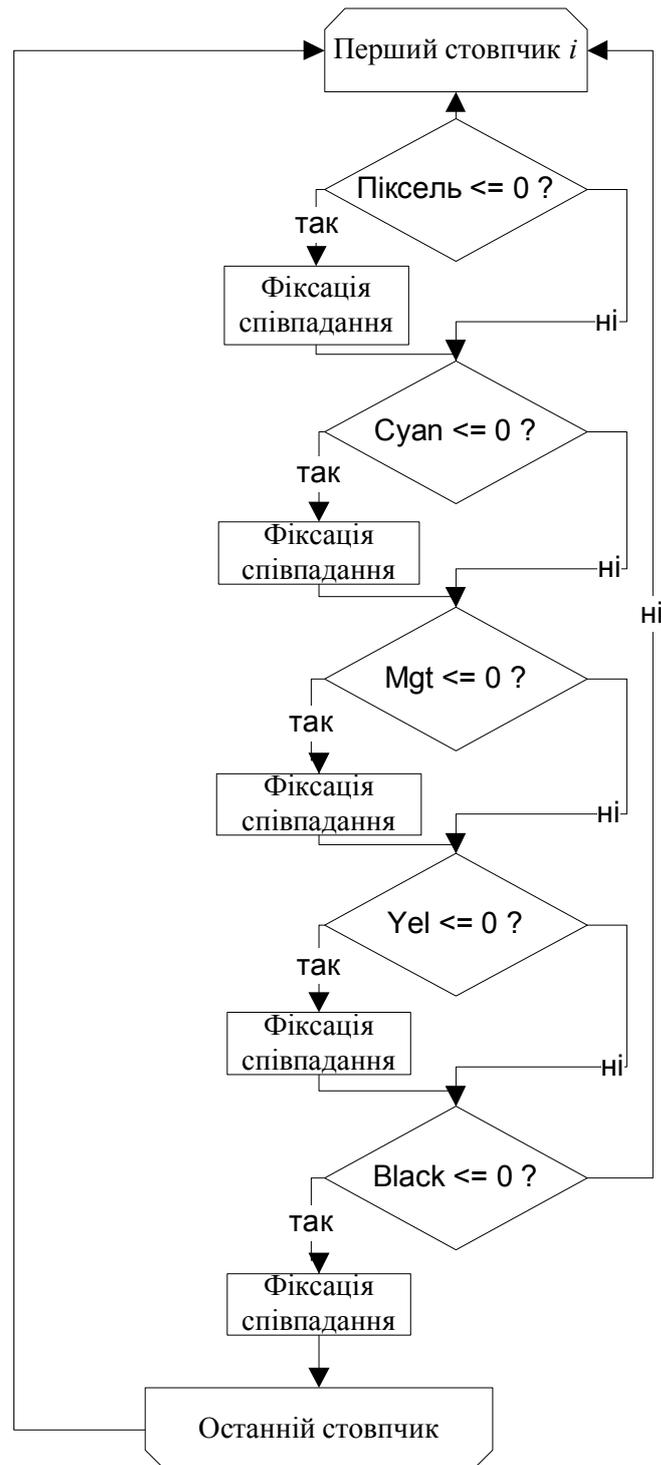


Рисунок 2 – Блок-схема частини процесу щодо визначення збігів

Визначення поточного пікселя виконується циклом, в який входить цей процес. Цикл послідовно працює з пікселями поточного рядка результуючого зображення. Збіг відповідних пікселів оригіналу і зображення для перевірки, в результуючому зображенні дає білий колір. Таким чином, якщо кольорні координати пікселя результуючого зображення дорівнюють  $(0, 0, 0, 0)$ , то вважається, що пікселі співпали. Результуюче зображення є матрицею розміру  $M \times N \times 4$ , що відбиває наявність чотирьох кольорних каналів.

Отже, для перевірки абсолютного збігу потрібне звернення до одного і того ж пікселя чотири рази. Проте слід зазначити, що сума нулів також дорівнює нулю. Це означає, що перетворивши масив  $M \times N \times 4$  в двовимірний масив можна звертатися до кожного пікселя один раз. Для цього до коду додано операцію лінійного складання матриць, які становлять результуюче зображення. Результатом складання є масив `chSumArray`.

Процес визначення абсолютного збігу пікселів складається з рішення, результат якого закладений умовою. Ця умова порівнює значення конкретного пікселя перетвореного масиву `chSumArray` результуючого зображення, що належить рядку  $i$  та стовпцю  $j$  масиву, з пороговим значенням, яке, в даному випадку, дорівнює нулю. Для завдання порогу не повинна використовуватися спеціальна змінна, оскільки враховується можливість порівняння при різних порогах для наступного порівняння окремих каналів. Якщо значення пікселя менше або дорівнює значенню порогу, збіг фіксується. При невиконанні вказаної умови, фіксація не відбувається, і програма переходить до наступного етапу виконання. Таким чином, в циклі фіксуються збіги пікселів по всьому зображенню.

Поканалне порівняння відбувається за інших умов. В цьому випадку не можна працювати з перетвореним двовимірним масивом, оскільки при цьому втрачається інформація про значення окремих колірних складових. Таким чином, умовою збігу пікселів є: значення каналу пікселя результуючого зображення `currentResult` менше або рівне 0, де `currentResult` є результатом віднімання поточних зображень, що звіряються. Для визначення каналу потрібне звернення `currentResult(i, j, 1)` що означає виклик матриці  $i \times w$ , що відображує значення першого каналу (`cyan`) результуючого зображення. Порівняння з порогом чутливості відбувається аналогічно подібному порівнянню при визначенні абсолютного збігу. При виборі другого, третього і четвертого каналу викликаються канали `magenta`, `yellow` і `black` відповідно. Використовувані умови порівняння аналогічні умові блакитного каналу і відрізняються лише координатою звернень, визначальної номер матриці, що викликається, в масиві  $M \times N \times 4$ .

Цикл завершується після повної обробки поточного зображення. Оскільки цикл є вкладеним, то він повторюється для усіх порівнюваних зображень.

Представлені графічні моделі алгоритму у вигляді блок-схем дозволяють створити програмний код і простежити коректність його виконання.

### *1.3 Аналіз програмного коду*

Відповідно до представленого алгоритму і блок-схем, що демонструють його роботу, створено програмний код. Програмний пакет `MatLab` надає усі необхідні інструменти і можливості для написання і відладки коду. При складанні алгоритму врахована вірогідність різної кількості зображень оригінальних і таких для перевірки.

Таким чином, скрипт надає можливість роботи з такими типами відношення кількості оригіналів і зображень для перевірки:

- один до одного (порівнюється два зразки, один – оригінальний, другий – наданий для перевірки);
- один до багатьох (одному оригіналу відповідає певна кількість зображень для перевірки);
- багато до багатьох (кожен з кількох наданих оригіналів має різну незалежну кількість відповідних зображень для перевірки).

Засоби MatLab дозволяють порівняння зображень з колірним простором СМУК у форматі tif, який є широко використовуваним в поліграфічній галузі.

Основним завданням в програмній реалізації алгоритму є коректне виконання віднімання заданих зображень. Пакет розширення MatLab Image Processing Toolbox надає достатню кількість готових функцій, які виконують віднімання зображень. Проте необхідно проаналізувати, які вони мають відмінності, і яка саме функція відповідає завданню дослідження. Серед різних функцій обробки пари зображень в Image Processing Toolbox існують такі функції, як `imshowpair`, `imdivide`, `imsubtract`, `imabsdiff` [11]. Дія усіх розглянутих функцій перевірена на практиці і відповідає теоретичному опису. При оцінці дії функції проводилася візуальна оцінка результатів, ручний перерахунок значень за допомогою програмного пакету Adobe Photoshop Extended CS5. а також перевірка дії функції на відповідність створеному алгоритму.

Поверненим результатом функції `imshowpair` є візуалізація відмінностей двох зображень. Проте це можливо виключно у тому випадку, коли зображення є матрицею розміром  $M \times N$  або  $M \times N \times 3$ , що робить неможливим порівняння зображень з колірною моделлю СМУК без попереднього перетворення матриць каналів в бінарні зображення або перетворення самої колірної моделі. В переході з одного колірного простору в інше відбувається часткова втрата кольорів, оскільки колірне охоплення різних моделей відрізняється. Якщо застосувати це перетворення, стає неможливим поканальне порівняння зображень і аналіз колірних відхилень.

Функція `imdivide` ділить кожен піксель початкового зображення на відповідний йому піксель порівнюваного зображення. Під час виконання команди створюється масив, що містить результати ділення. Це дозволяє розрахувати процентне співвідношення збігу оригінального і потенційно фальсифікованого зображення, проте не дає можливості коректної візуалізації отриманого масиву. Так ділення двох ідентичних пікселів дасть результат у вигляді 1 cyan, 1 magenta, 1 yellow 1 black.

`Imsubtract` є поверненням двовимірного масиву, яке виходить в результаті віднімання одного зображення з іншого. Особливістю `imsubtract` є залежність від порядку порівняння, тобто при порівнянні оригіналу із порівнюваним зображенням і навпаки результат буде різним. Це не відповідає складеному алгоритму, оскільки результат візуального відображення результатів буде невірним.

Результатом дії функції `imabsdiff` є масив значень абсолютної різниці попарно відповідних один одному пікселів порівнюваних зображень. Під абсолютною різницею в даному випадку є результат віднімання відповідних значень за модулем. Ця функція підтримується в колірному просторі СМУК, дозволяє коректно здійснювати необхідні обчислення і коректно відображувати результуючі зображення.

Таким чином, функція `imabsdiff` оптимально підходить для використання в створюваному програмному засобі і повністю відповідає закладеній в алгоритмі концепції. Таким чином немає необхідності створювати власну функцію порівняння зображення за допомогою віднімання, що також підтверджує правильність вибору `MatLab`.

За коректне виконання етапів алгоритму відповідають створені в програмному коді змінні, функції і процедури. В ході написання скрипта враховувалися такі параметри як відповідність алгоритму поставленій задачі, читабельність коду, відсутність надмірних дій, ефективність, швидкодія і отримання очікуваних результатів. Для визначення цих параметрів слід детально розглянути код скрипта.

Блок визначення локального розташування порівнюваних зображень і шляху збереження результату порівняння виконується такими функціями:

```
originFolder='D:\matlabImages\origin';
copiesFolder='D:\matlabImages\copies';
resultFolder='D:\matlabImages\result'.
```

Кожному зображенню відводиться певне місце зберігання. До змінних, які задають адресу розташування файлів, програма звертається для створення пар порівнюваних зображень.

Функція `originImagesArray = dir(fullfile(originFolder, *.tif))` використовує вже створену змінну `originFolder` і відповідає за створення вибірки оригінальних зображень формату `tif`, розташованих за заданою адресою.

Визначення кількості оригінальних зображень `originArray Length = length(originImagesArray)` потрібне для створення масиву оригіналів, відповідно до яких буде створений масив зображень для перевірки.

Змінна `rowNumber` відповідає за наступне збереження отриманої інформації у файлі `Excel`.

Таким чином, створюється цикл з межами `for i=1 : originArrayLength`, що визначає об'єкт подальших дій (масив оригінальних зображень). Всі наступні процеси протікають в цьому циклі і завершуються з закінченням масиву оригіналів.

Дія `originsPath = strcat (originFolder, '\', originImagesArray(i). name)` об'єднує локальне розташування і ім'я файлу, таким чином, отримуючи повний шлях до файлу. Далі відбувається зчитування конкретного оригіналу `currentOriginI = imread(originsPath)`. Для визначення зображень для перевірки, що відповідають поточному оригіналу, виконується привласнення

```
[~, originName, ext] = fileparts(originImagesArray(i).name)
```

тобто відокремлення імені файлу оригіналу від розширення та створення масиву зображень для перевірки порівнянням саме з цим оригіналом

```
copiesImagesSubArray = dir (fullfile (copiesFolder, strcat (originName'*'))).
```

При цьому ім'я зображення для перевірки має починатися з імені оригіналу.

Для масиву зображень для перевірки створюється цикл з межами `for j=1:length(copiesImagesSubArray)`, що визначає конкретне зображення у нинішній момент часу для перевірки. Процес визначення виконується таким чином:

```
copiesPath = strcat(copiesFolder',\', copiesImagesSubArray(j).name);
currentCopyI=imread(copiesPath);
```

Оскільки в попередніх процесах визначена конкретна пара порівнюваних зображень, то можна безпосередньо виробляти віднімання:

```
currentResult = imabsdiff(currentOriginI, currentCopyI).
```

Відповідно до алгоритму виконується перетворення результуючого зображення в двовимірний масив, шляхом лінійного збільшення матриць, що зберігають значення каналів зображення.

```
chSumArray = currentResult(:, :, 1) + currentResult(:, :, 2) + currentResult(:, :, 3) + currentResult(:, :, 4).
```

Виконання процесу визначення абсолютного і поканального збігу вимагає ініціалізації нових змінних:

- `whiteAmount=0`; – змінна, що зберігає дані про абсолютний збіг;
- `cAmount=0`, `mAmount=0`, `yAmount=0`, `kAmount=0` – змінні, що зберігають кількість збігів по каналах cyan, magenta, yellow, black відповідно.

Функція `pixelAmount = size (chSumArray, 1) * size (chSumArray, 2)` визначає кількість пікселів результуючого зображення для наступних розрахунків.

Оскільки виробляється повний аналіз зображення потрібно розрахунок для кожного пікселя. Для цього створюються 2 підцикли з межами `for i=1:size(chSumArray, 1)` – визначають рядок масиву зображення і `for j=1:size(chSumArray, 2)` – що визначають стовпець масиву. Таким чином, кожен піксель має унікальні координати  $i$  і  $j$ .

У рамках цих циклів виконуються такі дії:

```
if (chSumArray(i,j)==0)
    whiteAmount=whiteAmount+1;
end
if(currentResult(i,j, 1)<=0)
    cAmount=cAmount+1;
end
if(currentResult(i,j, 2)<=0)
    mAmount=mAmount+1;
end
if(currentResult(i,j, 3)<=0)
```

```

    yAmount=yAmount+1;
end
if(currentResult(i,j,4)<=0);
    kAmount=kAmount+1.
end.

```

Абсолютні (збіги по усіх чотирьох каналах) і поканалні значення пікселя порівнюються зі встановленим пороговим значенням. Для досягнення точної ідентифікації ідентичності відповідних пікселів порівнюваних зображень, порогове значення має дорівнювати нулю. Проте можливе ручне коригування порогу чутливості. Після завершення циклу поточне зображення повністю проаналізоване на предмет абсолютних і поканалних збігів, проте ці збіги виражені лише в кількісному вигляді. Ця інформація недостатня як для сприйняття, так й для подальшого аналізу.

Обчислення абсолютного збігу виконується за пропорцією  $\text{whitePercentage} = (\text{whiteAmount}/\text{pixelAmount}) * 100$ . Таким чином, результат збігу по усій площі порівнюваних зображень виражається у відсотках. Аналогічний розрахунок виробляється для усіх колірних каналів СМУК, результати привласнюються змінним С, М, У, К.

Збереження результатів має передбачати чітку відповідність із зображенням для перевірки. Для цього застосовується процедура, аналогічна видокремленню імені оригіналу.

```

[~,copyName,copyExt]=fileparts(copiesImagesSubArray(j).name).

```

Значення, що обчислюються в MatLab, мають числовий тип даних, що не дозволяє записувати їх в будь-який файл без обробки. Для фіксації цих значень необхідно перетворити тип даних в рядковий. Дія виконується за допомогою функції num2str, яка по черзі застосовується до змінних, що містять процентне вираження збігу зображень.

Збереження результатів віднімання зображень і наступних обчислень виконує функція imwrite(currentResult, strcat(resultFolder, '\', copyName, '\_', str, '\_C ', cyan, '\_M ', magenta, '\_Y ', yellow, '\_K ', black, copyExt)).

Для зручної роботи з інформацією, яка отримана в результаті обробки зображень, усі дані зберігаються у файлі Excel, що є таблицею даних.

```

excel='D:\matlabImages\result\MyBook.xls'
x=[whitePercentage]; % абсолютний збіг
xc=[C];
xm=[M];
xy=[Y];
xk=[K].

```

Дані змінні визначають локальне розташування файлу – D:\matlabImages\result\MyBook.xls і значення для наступного запису.

```

if (x==100);
    xres=['+'];
end

```

```

if (x~=100);
    xres=['-'];
end

```

В результаті представлених рішень, програма автоматично визначає зображення як ідентичне оригіналу або ні, і заносить відповідний висновок в таблицю знаком + або - відповідно.

Далі виконується запис конкретних значень в таблицю, включаючи імена рядків і стовпців, що формують таблицю.

```

variables={'ABS ','C ','M ','Y ','K ',' result'}; % заголовки стовпців
xlswrite(excel, variables, b1: g1'); % записуємо заголовки стовпців
points={copyName}; % заголовки рядків
xlswrite(excel, points,['a' num2str(rowNumber) ': a' num2str(rowNumber)]); % записуємо
заголовки рядків
xlswrite(excel, x,['b' num2str(rowNumber) ': b' num2str(rowNumber)]); % запис
абсолютного збігу
xlswrite(excel, xc,['c' num2str(rowNumber) ': c' num2str(rowNumber)]);
xlswrite(excel, xm,['d' num2str(rowNumber) ': d' num2str(rowNumber)]);
xlswrite(excel, xy,['e' num2str(rowNumber) ': e' num2str(rowNumber)]);
xlswrite(excel, xk,['f' num2str(rowNumber) ': f' num2str(rowNumber)]);
xlswrite(excel, xres,['g' num2str(rowNumber) ': g' num2str(rowNumber)]);
rowNumber=rowNumber+1;

```

Функція `rowNumber=rowNumber+1` відповідає за запис даних поточного зображення у вільному рядку, що йде за попередньою заповненою.

Після збереження результату для поточної пари порівнюваних зображень, за умовами циклу `for j=1 : length(copiesImagesSubArray)` програмний код виконується для наступної пари, в якій оригінал залишається тим самим, а зображення для перевірки, замінюється на наступне. Якщо усі зображення для перевірки, відповідні поточному оригіналу вже пройшли усе перетворення, то за умовами циклу `for i=1 : originArrayLength`, код виконується для наступного оригінального зображення, до тих пір, поки не будуть використані все наявні оригінали.

Таким чином створений програмний код відповідає усім заявленим вимогам, не має надмірностей і при компіляції видає необхідний результат. Для коректного виконання програмного коду необхідно виконання таких вимог:

- зображення мають бути збережені у форматі `tif` з використанням колірному простору СМУК;
- порівнювані зображення розсортовані по заздалегідь створених теках, відповідних вказаних в програмному коді;
- ім'я зображення для перевірки повинне починатися з імені відповідного оригіналу, якщо зображення для перевірки одне – імена можуть співпадати.

Перевагою створеної програми є автоматична обробка, висока швидкодія, можливість роботи з великою кількістю файлів. Алгоритм, використовуваний в роботі, також підходить для порівняння зображень в колірному просторі RGB, що розширює можливості порівняння графічних файлів, що мають формат,

відмінних від tif. Проте в даній ситуації актуальне використання зображень з колірною моделлю СМУК.

## *2 Тестування роботи програми в різних ситуаціях*

Для об'єктивної оцінки діяльності програми потрібно попереднє тестування. Завдяки тестуванню можна з'ясувати можливості використання програми, а також умов, в яких її виконання буде коректним і найбільш ефективним.

Уточнення вимог, необхідних для коректного виконання програми вимагає тестування програмного коду в різних ситуаціях, виникнення яких можливе при експлуатації програми. При тестуванні розглянуті наступні ситуації:

- зображення представлені в цифровому вигляді, мають однаковий розмір і роздільну здатність;
- зображення представлені в цифровому вигляді, мають різний розмір і однакову роздільну здатність;
- зображення представлені в цифровому вигляді, мають однаковий розмір і різну роздільну здатність;
- зображення представлені в аналоговому вигляді і вимагають оцифрування.

Зображення, що мають однакову роздільну здатність і розмір, при цьому представлені в цифровому виді, повністю відповідають складеному алгоритму, тому результат їх порівняння очікуваний та коректний.

Виконання порівняння зображень, що мають різні розміри або роздільну здатність, за допомогою цього програмного засобу неможливо, оскільки використовується порівняння відповідних матриць. Програмно для зображень можна задати ці параметри однаковими, MatLab Image Processing Toolbox надає для цього усі необхідні функції. Проте зміна розміру зображень, так само як і зміна дозволу, спричиняє за собою інтерполяцію значень сусідніх пікселів, що викликає спотворення зображення.

Зміна роздільної здатності приводить до інтерполяції значень сусідніх пікселів, що викликає спотворення зображення, Особливо ці спотворення, відбиваються на елементах захисту, особливо на елементах, що мають малий розмір. Отже, і інформація, отримана від порівняння, буде недостовірною. Слід зазначити, що якщо роздільна здатність і розмір зображень, що зберігаються в цифровому виді не співпадають, то зображення мають відмінності.

На стадії контролю захисних елементів це особливо важливо, оскільки відмінність цих параметрів свідчить про помилковість виконання оригінал-макету. Застосувавши попередню обробку за допомогою Adobe Photoshop або інших програмних пакетів, можливо привести зображення до формату, придатного для порівняння. Ці дії можна автоматизувати за допомогою action Photoshop. Для цього виконується наступна послідовність дій:

- створення в палітрі Actions нову операцію (new action), завдання необхідних параметрів: ім'я, поєднання клавіш, колір (якщо потрібно);

- запуск запису створеного Action;
- Image – Image Size – Resolution. За допомогою цієї команди задається роздільна здатність, що відповідає роздільній здатності оригіналу. Таким чином, компенсуються можливі відмінності роздільної здатності, що встановлюються пристроями введення інформації. Підключаються функції: зберегти стилі, зберегти пропорції;
- File – Automate – Fit image. Дія встановлює розмір зображення, згідно з параметрами еталонного оригінального зображення, які відомі заздалегідь;
- завершення запису Action. Action може застосовуватися як для перетворення оригінальних зображень, так і зображень для перевірки. Мінімальне встановлюване дозволі повинно дорівнювати 300 dpi, оскільки нижче значення буде недостатньо для відображення елементів захисту.

Проте оскільки інформація спотворюється, зроблений висновок про перевагу отримання зображень за допомогою однакових методів, аби в результаті вони мали однакову роздільну здатність і розмір.

Зображення, представлені у вигляді поліграфічних зразків, потребують оцифрування за допомогою сканера. Не зважаючи на те, що зараз досягнутий порівняно високий рівень техніки, він недостатній для подібних порівнянь. Частково це обумовлено застосуванням методів антисканерного захисту. Таким чином можна зробити висновок лише про те, що якщо відсканований зразок повністю відповідає поліграфічному, проте заздалегідь відомо, що в оригінал-макеті застосовані антисканерні елементи захисту – можна стверджувати, що зразок для перевірки буде визначений як підробка. Однак основним недоліком сканерів є перетворення колірних моделей. Отримання достовірних даних про колір при цьому неможливе, оцифрування може бути застосовано лише у разі однакових умов сканування оригінала і зразка для перевірки: використання одного сканера із заданими однаковими параметрами, використання однакових профілів. Слід враховувати також можливі спотворення в ході сканування, наприклад зсув або поворот. Таким чином використання зображень, отриманих шляхом сканування небажано, оскільки наявний високий рівень погрішності, що під час порівняння елементів захисту може стати критичним. Компенсація за допомогою порогу чутливості в даному випадку також недостатньо ефективна.

### *2.1 Опис взаємодії з програмою*

Коректне використання програми можливе у тому випадку, якщо усі необхідні зображення підготовлені і розташовані у відповідних теках. Рисунок 3 демонструє створені теки origin, copies, result відповідно для оригінальних зображень, зображень для перевірки та результатів.

Тека origin містить оригінальні зображення, що приймаються за еталонні при порівнянні. Кожен файл в теці має унікальне ім'я. Приклад розміщення оригіналу в теці і відкритого оригіналу представлений на рисунку 4.

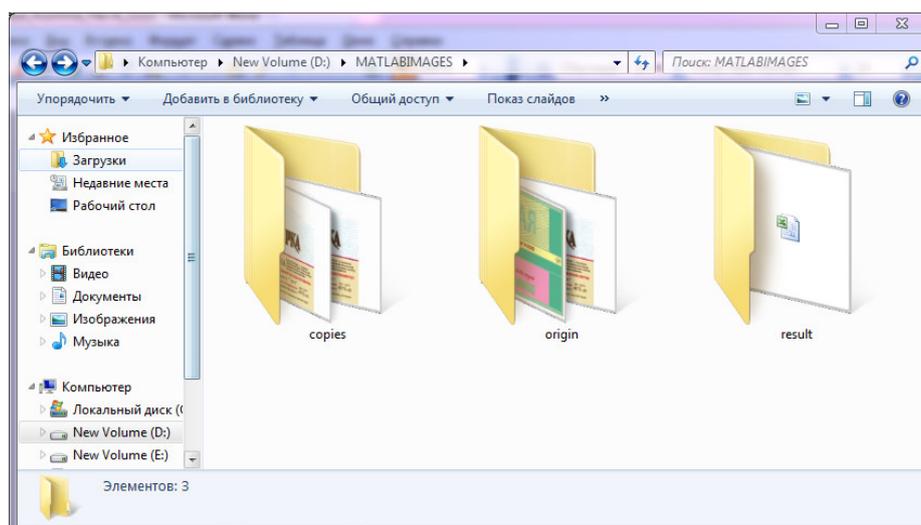


Рисунок 3 – Теки розташування файлів

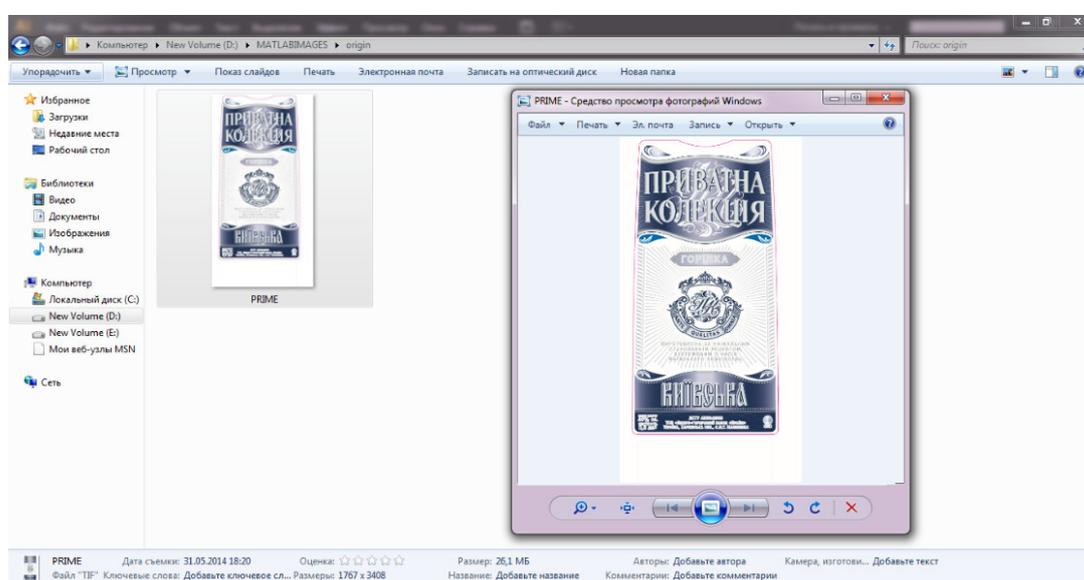


Рисунок 4 – Вміст теки origin

Зображення для перевірки, відповідні оригінальним, знаходяться в теці *copies*. Відповідність зображень визначається за ім'ям. Початок імен оригіналу і зображень для перевірки мають співпадати. Таким чином здійснюється можливість порівняння декількох зображень для перевірки з одним оригіналом. На рисунку 5 зображена тека *copies* і файли, що містяться в ній.

Наступним кроком є відкриття файлу *MatLab*, що містить необхідний програмний код (рис. 6).

Якщо зображення підготовлені, розташовані у відповідних теках і користувача влаштовує заданий поріг чутливості, то досить запустити код на виконання. Це можна зробити двома способами:

- запуск за допомогою кнопки *Run* включає виконання коду;
- запуск за допомогою кнопки *Run and Time* не лише включає виконання коду, але і запускає *profiler*, що виводить значення швидкості поетапного виконання коду в таблиці.

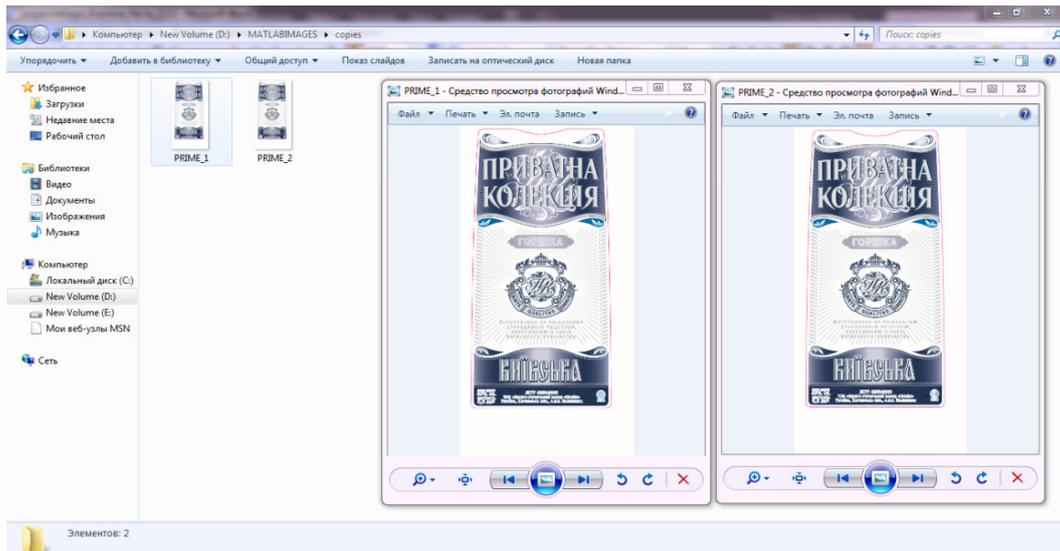


Рисунок 5 – Вміст теки copies

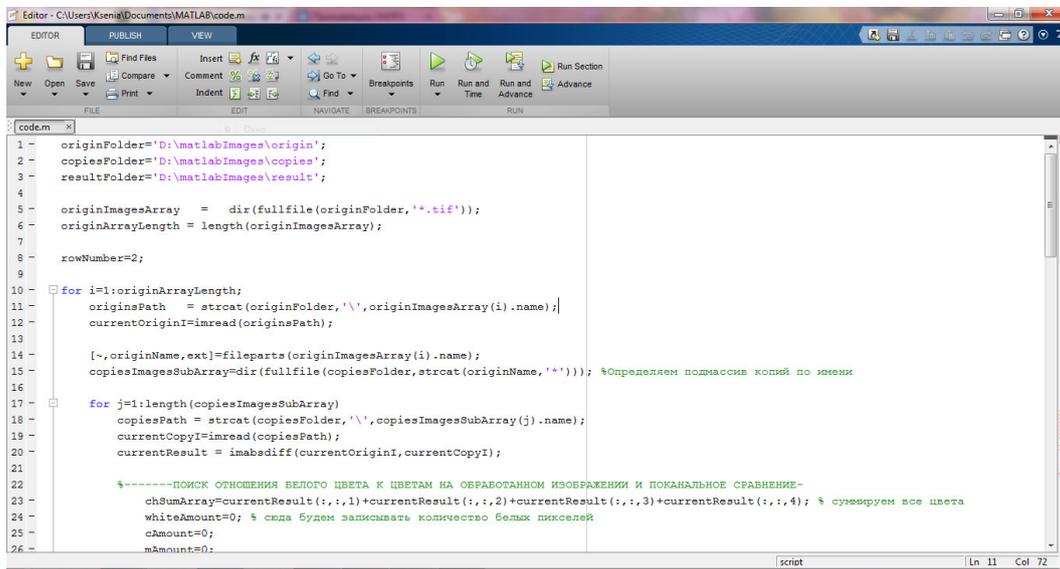


Рисунок 6 – Программний код в MatLab

Якщо теки, що містять необхідні зображення, знаходяться у іншому місці, необхідно або перенести їх, або відкоригувати наступні строчки коду :

```

originFolder='D:\matlabImages\origin';
copiesFolder='D:\matlabImages\copies';
resultFolder='D:\matlabImages\result';
excel='D:\matlabImages\result\MyBook.xls'.

```

Якщо заданий поріг чутливості не влаштовує користувача, також потрібно ручне коригування значення в рядках:

```

if(chSumArray(i, w)<=0)
if(currentResult(i, w, 1)<=0)
if(currentResult(i, w, 2)<=0)
if(currentResult(i, w, 3)<=0)
if(currentResult(i, w, 4)<=0)

```

У результаті при натисненні кнопки Run або Run and Time, програмний код виконується і результуючі зображення записуються в теку result, яка повинна вже містити файл Excel з ім'ям MyBook. Приклад вмісту теки result після виконання коду наведений на рисунку 7.

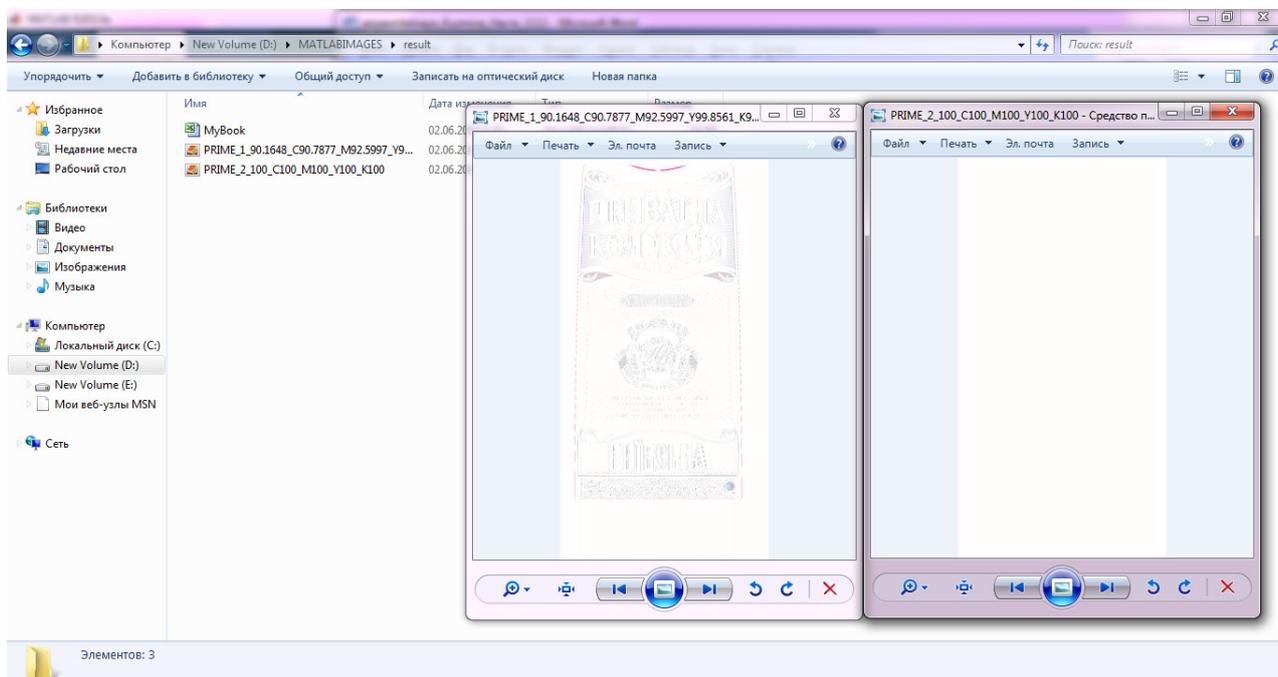


Рисунок 7 – Вміст теки result

Результуючі зображення мають унікальні імена. Формат запису імені можна представити таким чином: Ім'я зображення\_для перевірки, відсоток абсолютного збігу\_відсоток збігу по блакитному каналу\_ відсоток збігу по пурпурному каналу\_ відсоток збігу по жовтому каналу\_ відсоток збігу по чорному каналу.

Для зручності аналізу інформації дані кожного результуючого зображення вносяться в таблицю Excel. Загальний формалізований вигляд таблиці представлений в таблиці 1.

Таблиця 1 – Загальний вигляд таблиці Excel

	ABS	C	M	Y	K	result
Ім'я результату	1 – 100%	1 – 100%	1 – 100%	1 – 100%	1 – 100%	+ або -
Ім'я результату	1 – 100%	1 – 100%	1 – 100%	1 – 100%	1 – 100%	+ або -

Осередки ABS, C, M, Y, K означають збіг абсолютний, по блакитному, пурпурному, жовтому і чорному каналах відповідно. У стовпці result позначкою + позначається ідентичність порівнюваних зображень, позначкою – неспівпадіння.

Розглянемо порівняння двох копій з одним оригінальним зображенням і результати обробки зображень програмою. Оригінальне зображення для перевірки і результат представлені на рис. 8 та 9 відповідно.

Друге результуюче зображення обведене в рамку, оскільки воно є результатом абсолютного збігу порівнюваної пари, тобто повністю біле.



Рисунок 8 – Оригінал



Рисунок 9 – зображення для перевірки (два ліворуч) та і результати (два праворуч)

Приклад таблиці Excel для приведених зображень представлений в табл. 2.

Таблиця 2 – Результат порівняння

	ABS	C	M	Y	K	result
PRIME_1	90,1647	90,79	92,599	99,856	91,87	+
PRIME_2	100	100	100	100	100	-

Таким чином ці таблиці підтверджують неспівпадіння першого зображення для перевірки та повний збіг другого. Оскільки перше зображення не співпало, необхідно дослідити його захисні елементи ретельніше.

## 2.2 Дослідження порівняння етикетки із захисними елементами

При отриманні результатів виконання програми необхідно розуміти, де саме проявляються неспівпадіння. Візуальне відображення частково вирішує цю проблему. Проте в процесі контролю захисних елементів на стадії додрукарської підготовки іноді доцільно перевіряти окремі частини макету, що містять захисні елементи. Наприклад, використання нанесення лаку на певну область, що

відображено на зображенні оригінал-макету в окремому шарі, перекриває інші захисні елементи. Також необхідно враховувати, що захисні елементи можуть займати невелику площу поверхні зображення, і практично повний збіг зображень не гарантує того, що малий відсоток неспівпадіння не буде відноситися саме до цих елементів.

Отже, бувають випадки, коли фрагментарна перевірка зображень потрібна. Для дослідження дії перевірки фрагментів зображення розглянуто етикетку, представлену на рисунку 10.



Рисунок 10 – Етикетка із захисними елементами

Ця етикетка має наступні захисні елементи:

- фігурне висікання (1);
- OVI-фарба (2);
- лакування (3);
- використання pantone (4);
- антисканерна сітка (5) ;
- псевдоірисовий друк (6);
- текст, тиснення фольгою (7);
- захисна пірнаюча флуоресцентна металізована нитка (8);
- мікротекст (9);
- гільйоширна композиція із змінною товщиною штриха (10);
- приховане зображення у вигляді гільйоширної розетки (11).

Усі використані види захисних елементів застосовуються на різних етапах поліграфічного процесу, проте задаються на додрукарській стадії. Така комбінація істотно підвищує рівень захисту етикетки. Тому, безумовно, передусім необхідно контролювати правильність відтворення усіх елементів захисту.

Існує можливість програмно розділити зображення на фрагменти, що містять елементи захисту. Проте це не є завданням дослідження, тому для розбиття зображення використовуються шари програми Adobe Illustrator, за

допомогою якої був створений оригінал-макет етикетки. Аналогічні дії виконуються для зображення для перевірки. Необхідно стежити за тим, щоб відповідні фрагменти отримували коректні імена.

Порівняння форми висікання показало, що зображення для перевірки має відмінності, що виражаються в невідповідності форми. На рисунку 1 зліва направо відображені форми висікання оригінального зображення, зображення для перевірки а також результуючого зображення.

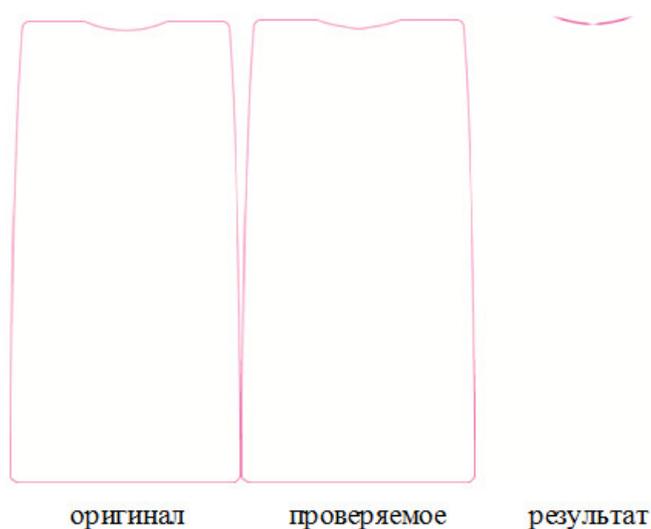


Рисунок 11 – Порівняння форми висікання

Кольоромінливі фарби OVI мають металевий відблиск та ефект переливання, який виходить в результаті зломлення променів, також важливий колір основи, на яку наноситься ця фарба. Для кольорів основи віддається перевага темним відтінкам. Сама фарба може мати різні відтінки, звичайно це жовто-зелені або темно-блакитні кольори [9]. Результат перевірки області з нанесенням OVI-фарби на ідентичність оригіналу, представлений на рис. 12.

Одним з важливих компонентів, що використовуються на післядрукарській стадії, але задаються на додрукарській, є лакування. Існують безліч лаків, що мають різні властивості, тому дуже важливо чітко визначати де і який лак повинен наноситися. Також слід зазначити, що окрім лаку існують і інші захисні покриття, проте принцип їх позначення аналогічний принципу нанесення лаку. На рисунку 13 показано порівняння зон нанесення лаку.



Рисунок 12 – Порівняння основ нанесення фарби OVI



Рисунок 13 – Порівняння лакування

Використання певних фарб з каталогів кольорів PANTONE гарантує отримання однакового кольору при друці на усіх відбитках. Тому застосування таких фарб особливе актуально для етикетково-пакувальної продукції.

Помилка при виборі кольору викликає брак віддрукованого накладу. Застосування кольорів, сформованих на підставі моделі СМУК, також дає відмінності від кольорів систем кольору PANTONE кольорів. На рисунку 14 продемонстровано порівняння фрагментів, які мають бути віддруковані такими фарбами.

Порівняння антисканерних сіток можливе тільки за наявності оригіналу і зображення для перевірки в цифровому виді. На цьому прикладі антисканерна сітка виконується за допомогою псевдоірисового друку, тобто із застосуванням градієнту. Виконання перевірки фрагмента, що містить цю антисканерну сітку, представлено на рисунку 15. Рисунок показує, що антисканерна сітка на зображенні для перевірки виконана одним тоном, а не градієнтом. Для більшої наочності на рисунку збільшений контраст.

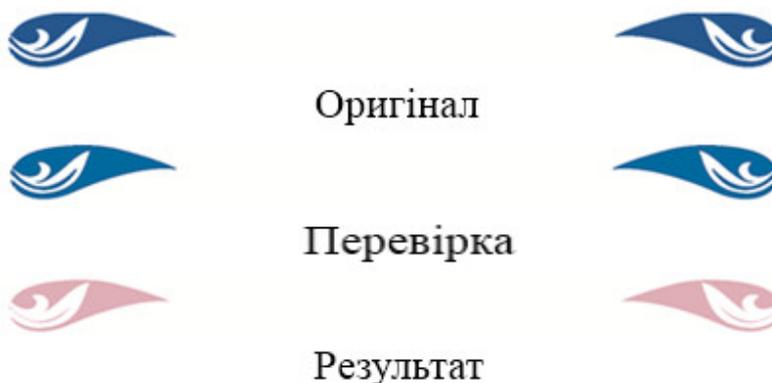


Рисунок 14 – Порівняння pantone

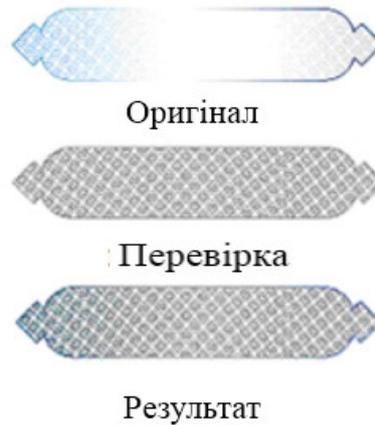


Рисунок 15 – Порівняння сітки антисканера і псевдоірисового друку

Використання кольорового тиснення значно збільшує рівень захисту етикетки. Порівняння елементів, що виконуються тисненням, приведені на рисунку 16.

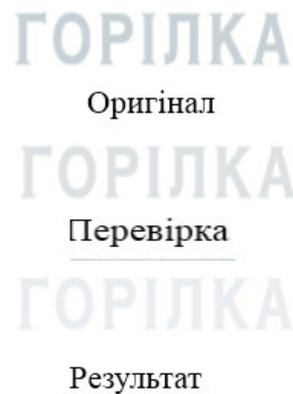


Рисунок 16 – Порівняння елементів, що виконуються кольоровим тисненням

Захисна нитка, введена в оригінальному зображенні, в результаті перевірки також має відмінності. Застосування захисної пірнаючої нитки відображено на рисунку 17.



Рисунок 17 – Порівняння пірнаючої захисної нитки

Відмінності фрагмента, що містить мікротекст, свідчать про фальсифікацію зображення для перевірки. В даному випадку замість тексту використана тонка смуга, що імітує мікротекст. Порівняння представлено на рисунку 18.

100% якість 100% якість 100% якість 100% якість

Оригінал



Перевірка



Результат

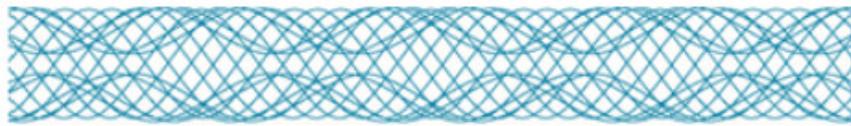
Рисунок 18 – Порівняння мікротексту

У нижній частині даної етикетки застосовано гільйоширну композиція із змінною товщиною штриха і змінним кольором.

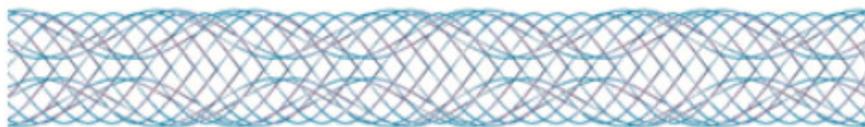
На рис. 19 продемонстрована оригінальна композиція для перевірки і результуюче зображення.



Оригінал



Перевірка



Результат

Рисунок 19 – Порівняння мікротексту

Приховане зображення у вигляді гільйоширної розетки, проявляється при розгляді етикетки в косопадаючих променях світла. На рисунку 20 зображені оригінальна, така для перевірки і результуюча розетки.



Рисунок 20 – Порівняння мікротексту

Таким чином, детальний фрагментарний аналіз дозволяє побачити неспівпадіння різних захисних елементів, використовуваних в етикетково-пакувальній продукції. Результати виконання програми наочно представляють ці неспівпадіння.

### 2.3 Аналіз ефективності роботи програми

Для оцінки ефективності автоматичної дії скрипта необхідно виконати перевірку роботи з різною кількістю оригінальних зображень для перевірки.

Приклад дії створеного скрипта для однієї пари порівнюваних зображень наведений на рисунках 21 та 22, що демонструють оригінальну етикетку, а також зображення для перевірки та результуюче зображення. Підсумковим файлом є зображення, отримане в результаті віднімання, у форматі tif. Кожному збереженому файлу привласнюється унікальне ім'я, яке містить назву зображення для перевірки, абсолютний збіг з оригіналом у відсотках, поканальний збіг у відсотках (окремо виділений збіг по кожній колірній координаті СМУК).



Рисунок 21 – Порівнювані зображення



Рисунок 22 – Резульуюче зображення

Дані обчислень підтверджують візуально виявлені відхилення в кольорах. Збіг даного зразка склав 94,6 % по блакитному і чорному каналам, 89,4 % – по пурпурному і жовтому. Абсолютний збіг зображень рівний 89,4 % що пояснюється збігом декількох кольорів в певній кількості пікселів.

Швидкість поетапного виконання порівняння представлених зразків отримана за допомогою profiler приведена в таблиці 3. Підсумкова швидкість обробки цієї пари зображень склала 9, 746 с. Швидкість обробки конкретного файлу залежить від його роздільної здатності та займаного ним об'єму пам'яті.

За допомогою Adobe Photoshop можна зробити виміри колірних значень пікселів інструментом піпетка. Отже, застосувавши формули, використані в програмному коді, можна вручну визначити абсолютний та поканалний збіг.

Таблиця 3 – Швидкість поетапного виконання програми

Function Name	Calls	Total Time, з	Self Time, з	Total Time Plot (dark = self time)
1	2	3	4	5
Untitled	1	9.993	9.746	
fileparts	2	0.004	0.004	■
fullfile	2	0.005	0.002	■
fullfile>addTrailingFileSep	2	0.001	0.001	■
fullfile>refinePath	2	0.001	0.001	■
imabsdiff	1	0.013	0.002	■
images\private\checkForSame SizeAndClass	1	0.001	0.001	■
images\private\imabsdiffmex ((MEX – file)	1	0.010	0.010	■
imagesci\private\imftype	2	0.005	0.001	■
imagesci\private\istif	2	0.002	0.002	■
imagesci\private\readtif	2	0.084	0.001	■
imagesci\private\readtif>check_info	2	0.000	0.000	■
imagesci\private\readtif>parse_args	2	0.001	0.001	■
imagesci\private\rtifc (MEX – file)	2	0.081	0.081	■
imagesci\private\writetif	1	0.094	0.006	■
images\writetif>parse_param_value_pairs	1	0.005	0.002	■
imagesci\private\wtifc (MEX – file)	1	0.084	0.084	■

Продовження таблиці 3

1	2	3	4	5
imformats	4	0.004	0.001	
imformats>find_in_registry	4	0.004	0.004	
imread	2	0.093	0.004	
imread>parse_inputs	2	0.001	0.001	
imwrite	1	0.106	0.003	
imwrite>get_format_from_filename	1	0.003	0.001	
imwrite>parse_inputs	1	0.003	0.003	
imwrite>validateSizes	1	0.002	0.001	
intmax	1	0.001	0.001	
iscellstr	3	0.001	0.001	
ispc	4	0.000	0.000	
num2str	5	0.007	0.004	
num2str>convertUsingRecycledSprintf	5	0.002	0.002	
num2str>handleNumericPrecision	5	0.002	0.000	
strcat	4	0.020	0.019	
validatestring	3	0.002	0.000	
validatestring>checkInputs	3	0.001	0.001	

Припустимо, що є два пікселі, які співпадають тільки по одному каналу. Для спрощення обчислень поріг чутливості прийнятий рівним нулю. Виконаємо розрахунки для пікселів з координатами: 100С, 60М, 60У, 84К та 98С, 45М, 44У, 84К. Колірні координати за результатами віднімання дорівнюють 2С, 15М, 16У, 0К. Таким чином, збіг по чорному кольору складає 100%, абсолютний та СМУ збіги відсутні. Час виконання цієї операції вручну складає 75 секунд. Віднімання і збереження зображень інструментами Photoshop не виконувалося, тому час на ці дії враховується, проте слід розуміти, що час порівняння вручну вище 75 секунд. При цьому час виконання усіх дій, з урахуванням віднімання, збереження зображень і супутніх цьому функцій для скрипта займає 0,105 секунд. Очевидно, що код виконує дії набагато швидше. Матриця аналізованого зображення має розміри 1279x888 пікселів. Це означає, що час виконання віднімання вручну більше як мінімум в 1135752 рази і займе не менше 986 діб. Таким чином, повне виконання аналізу двох зображень вручну абсолютно неможливе.

Дослідження пакетної обробки зображень включає порівняння різної кількості оригіналів і копій. Ці обробки різної кількості зображень приведені в таблиці 4.

Таблиця 4 – Час обробки різної кількості зображень

Кількість зображень		Час обробки, з	
оригіналів	що перевіряються	загальне	для однієї пари
1	1	9,746	9,746
1	5	59.418	11,8836
5	5	28.939	5,7878
10	10	76.242	7,6242
20	35	316.418	9,04

Таким чином, середній час порівняння пари зображень дорівнює 7,008 з, що підтверджує швидкодію програми. Швидкість виконання в основному залежить від пам'яті, займаної порівнюваними зображеннями.

## **Висновки**

Розроблений програмний засіб дає можливість порівнювати зразки етикетково-пакувальної продукції. Рекомендується проводити порівняння з нульовим пороговим значенням чутливості програми до відмінностей. Передбачена можливість коригувати це значення для компенсації різних погрешностей. Проте якщо в цьому немає необхідності, уся робота програми складається із запуску і отримання результату на виході. Природно, що порівнювані зображення мають бути підготовлені і розташовані в теках, відведених для оригінальних зображень для перевірки. Зокрема, це стосується фрагментарної перевірки, при якій відбувається розбиття на частини, що містять захисні елементи.

Результати дослідження різних зразків етикетково-пакувальної продукції, що містять захисні елементи, показали, що створений програмний засіб надає очікувану інформацію. Виконання коду повністю відповідає алгоритму. Збереження даних в таблиці Excel дозволяє порівнювати результати дослідження різних пар зразків і навіть вести статистику збігів. Так в ході дослідження були виявлені як співпадаючі, так і неспівпадаючі зразки. З тридцяти п'яти перевірених пар співпали лише чотири зображення, що підтверджує актуальність проведення подібної перевірки.

Результуюча таблиця отримана швидко для аналізованого об'єму пам'яті та кількості зображень (за 316 секунд) і інформативна. Показники збігу зображень по каналах дають корисну інформацію про колірні відхилення зображення для перевірки. По отриманих результатах аналітичного і візуального порівняння можна досить точно визначати причини виникнення неспівпадінь і при необхідності їх усувати.

Слід зазначити, що порівняння різних елементів захисту також відбувається по-різному через міру їх машиночитабельності. Так колірна різниця буде відображена наочніше, ніж незначні відмінності в захисних елементах типу гильйошей, тангірних сіток, мікрозображень і інших елементах.

Проте на підставі цих даних можна зробити висновки про доцільність застосування елемента захисту в конкретному зразку продукції, а також про його ефективність.

Так, наприклад, мікротекст, при порівнянні на зображеннях з роздільною здатністю 300 dpi, залишається читабельним аж до розміру 0,4 pt, при меншому розмірі текст стає невиразний, проте візуально відмінність проявляється. Звідси витікає, що мікротекст розміром менше 0,4 pt є ефективним елементом захисту, але при цьому вимагає додаткових методів перевірки.

Тобто наявність цього елемента передбачає його перевірку в умовах професійного оточення і закритого (неоголошеного) захисту.

В ході дослідження з'ясовано, що при збільшенні роздільної здатності порівнюваних зображень результати є точнішими. Рекомендована роздільна здатність для порівнюваних зображень – 300 dpi.

Також значення абсолютного збігу може показати ефективність застосування комбінованого захисту у порівнянні з аналогічним зразком продукції, що не має такого захисту.

#### Список літератури

1. Коншин А.А. Защита полиграфической продукции от фальсификации. М.: Синус, 1999. 160 с.
2. Рынок упаковки. Состояние, тренды и инновации // Полимерные материалы. 2021. № 11. С. 43-50.
3. Global packaging industry. URL: <https://www.smitherspira.com/market-reports/global-packaging-industry-expected-to-reach-820-billion-by-2016.aspx>.
4. Шарифуллин М. Сага об этикетке // Sales business. 2007. №1. С. 12-15.
5. Защищенная полиграфическая продукция // КомпьюАрт. URL: <http://www.compuart.ru/article.aspx?id=9303&iid=393/>.
6. Шарифуллин М. Защита прежде всего // Publish. 2000. №7. С. 22-24.
7. Полиграфические методы защиты // КомпьюАрт. URL: <http://www.compuart.ru/article.aspx?id=8348&iid=336/>.
8. Способы защиты документов // Бюро научно-технической информации. URL: <http://www.bnti.ru/showart.asp?aid=940&lvl=01.03.05>.
9. Киричок П.О., Коростіль Ю.М., Шевчук А.В. Методи захисту цінних паперів та документів суворого обліку. К.: НТУУ "КПІ", 2008. 368 с.
10. ГОСТ 19.701-90. Схемы алгоритмов, программ, данных и систем. Условные обозначения и правила выполнения. Введ. 1992-01-01. М. : Изд-во стандартов, 1992. 24 с.
11. Дьяконов В.П. MATLAB. Полный самоучитель. М.: ДМК Пресс, 2012. 768 с.
12. Бизюк А.В., Жернова П.Е. Расчет обобщенного показателя защищённого полиграфического изделия для информационной системы // Бионика интеллекта. 2016. №1 (86). С. 63-67.
13. Бизюк А.В., Шамо И.И. Решение задачи пространственного сегментирования с применением методов интеллектуального анализа данных // Информационные системы и технологии: материалы 2-й Международ. науч.-техн. конф. (16-22 сентября 2013, Евпатория-Харьков). 2013. С. 134-135.
14. Кузьмина К.В., А.В. Бизюк Классификация методов защиты полиграфической продукции // Информационные системы и технологии: материалы 3-й Междунар. науч.- техн. конф. ИСТ-2014 (15-21 сент. 2014 г., Харьков). 2014. С. 206-207.
15. Жернова П.Е., Бизюк А.В. Методы оценки интегрального показателя для защищенного полиграфического изделия // Полиграфические, мультимедийные и WEB-технологии (PMW-2016): тез. докл. 1-й Междунар. науч.-техн. конф. (16-20 мая 2016 г., Харьков). 2016. Т. 1. С. 47-48.
16. Жернова П.Е., Бизюк А.В. Оптимизация выбора полиграфической защиты для упаковочно-этикеточной продукции // Информационные системы и технологии: материалы 2-й Международ. науч.-техн. конф. (16-22 сентября 2013 г., Евпатория-Харьков). 2013. С. 142-143.

УДК 378.093.5 : 070 : 004

## ПРАКТИЧНА ПІДГОТОВКА РЕДАКТОРІВ, ВИДАВЦІВ І КОРЕКТОРІВ В УМОВАХ РОЗВИТКУ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМП'ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

**Романюк Н.В.**

к.філол.н., доцент, кафедра видавничої справи та редагування,  
Запорізький національний університет

**Горбенко І.Ф.**

к.філол.н., доцент, кафедра видавничої справи та редагування,  
Запорізький національний університет

**Лебідь Н.М.**

к.філол.н., доцент, кафедра видавничої справи та редагування,  
Запорізький національний університет

***Анотація.** У сучасних новітніх умовах функціонування видавничо-поліграфічної сфери все активніше постає проблема власне практичної підготовки фахівців і при традиційній формі навчання, і при дистанційній в умовах пандемії. У статті проаналізовані підходи до організації та проведення навчальних і виробничих практик, практичних і лабораторних занять, а також зосереджено увагу на безперервному процесі формування знань, умінь і навичок завдяки міждисциплінарним зв'язкам.*

***Ключові слова:** ПРАКТИЧНА ПІДГОТОВКА СТУДЕНТІВ, ІНФОРМАЦІЙНО-КОМП'ЮТЕРНІ ТЕХНОЛОГІЇ, ПІДГОТОВКА ВИДАВЦІВ-РЕДАКТОРІВ-КОРЕКТОРІВ, РЕДАКТОРСЬКО-ВИДАВНИЧА ДІЯЛЬНІСТЬ, ПРОФЕСІЙНІ КОМПЕТЕНТНОСТІ.*

### **Вступ**

Планування навчального процесу на факультеті журналістики, зокрема на кафедрі видавничої справи та редагування, відбувається з урахуванням новітніх вимог до підготовки фахівців із редакторсько-видавничої діяльності та медіамоделювання. І однією з таких вимог є практична складова освіти у вищому навчальному закладі. Однак лише вдале поєднання отриманих фундаментальних теоретичних знань і їхнє практичне застосування в професійній діяльності може гарантувати конкурентоспроможність студента – майбутнього спеціаліста. Актуальність досліджуваної теми зумовлена новими викликами у сфері практичної діяльності видавця, редактора і коректора, а також запитамі роботодавців. У сучасних умовах ринку праці та його перенасичення працівниками редакторсько-видавничого спрямування, переважно без відповідної базової освіти, молодому фахівцеві із кваліфікацією бакалавр/магістр важко зайняти собі місце у виробничих відносинах. Основною причиною цього вважаємо низьку практичну підготовку студентів, яка недостатньо відповідає комп'ютерно-технічному рівню виробничого процесу. О. Андріянова, Л. Каськова, О. Кулай [1], О. Сідельник, Т. Шевчук [6], В. Шпак [7]

стверджують, що саме практична підготовка є запорукою професіоналізму, а також наголошують на важливості виробничих практик в освітньому процесі. Вивчення практичної складової сьогодні є нагальним питанням, тому все частіше науковці аналізують ефективність певних змін у навчальному плануванні та в методиці проведення аудиторних занять у різних навчальних закладах і за різними напрямками. Водночас наголосимо, що якщо донедавна під поняттям практичної підготовки студентів мали на увазі лише організацію та проведення практик, то зараз цей термін набув нових значень і нині передбачає ще й саме практичне спрямування завдань для аудиторних занять та самостійної роботи.

### **Мета та завдання дослідження**

Метою дослідження є виявлення особливостей різних видів практик і практичної складової навчання студентів при формуванні професійних компетентностей фахівців редакторсько-видавничої сфери. Задачами дослідження є: 1) проаналізувати практичну підготовку студентів освітньої програми «Редакторсько-видавнича діяльність і медіамоделювання» на заняттях із професійних навчальних дисциплін та дисциплін спеціалізацій і вільного вибору студента в межах спеціальності в умовах розвитку інформаційно-комп'ютерних технологій; 2) виявити особливості організації та проведення навчальних і виробничих практик як складника формування професійних компетентностей майбутніх редакторів, видавців, коректорів.

### **Основна частина**

Діджиталізація практично всіх сфер життєдіяльності суттєво позначається й на підготовці фахівців усіх спеціальностей і освітніх програм, зокрема й з редакційно-видавничої діяльності. Так, вищ, будучи акредитованим Міністерством освіти і науки України, враховує сучасні вимоги ринку праці, а тому висуває вимоги й до викладача, який водночас змушений поєднувати традиційні методики навчання з інноваційними.

Студенти факультету журналістики знання, навички і вміння формують на всіх етапах навчального процесу. Це і аудиторна практична робота, і лабораторні заняття, і самостійна робота, і, звичайно, практики двох видів: навчальна та виробнича. Так, на кафедрі видавничої справи та редагування Запорізького національного університету студенти здобувають теоретичні знання та відпрацьовують практичні навички і вміння вже з першого курсу і в процесі проходження семи практик протягом чотирьох років навчання.

У сукупності едитологічних дисциплін, які викладають для студентів освітньо-професійної програми «Редакторсько-видавнича діяльність і медіамоделювання», практичній підготовці належить провідне місце. Оскільки процес формування майбутнього видавця-редактора-коректора має складатися з

двох рівнів: теоретичного (аудиторного й позааудиторного) та практичного, то абсолютно логічним і доцільним є запровадження цілого комплексу практик.

Практики розраховані на фахове ознайомлення студентів із теоретичними і практичними аспектами видавничої, редакційної та коректорської діяльності, з особливостями функціонування видавничих структур різних типів, типографій, поліграфічних підприємств, редакцій у сучасному інформаційному просторі України.

Першочерговим завданням практичної підготовки є усвідомлення видавничого продукту не лише як матеріального носія інформації, а як найважливішого джерела формування інтелектуальної й духовно-емоційної сфери суспільства. Специфіка практик полягає в тому, що вони повинні активізувати засвоєні у вищій школі теоретичні знання з проблем едитології, навчити студентів застосовувати їх у різноманітних практичних сферах. Відповідно, практики – це якісно новий рівень професійної підготовки майбутніх видавців, редакторів, коректорів.

Якщо практика є важливим чинником підготовки будь-якого фахівця, то для майбутнього редактора, видавця, коректора вона в силу специфіки цієї професії має особливе значення. Адже набуті на студентській лаві знання ніколи прямо не переростають у редакторську майстерність, у вміння змістовно й переконливо, зі знанням справи редагувати, безпосередньо брати участь у складному процесі підготовки і випуску у світ друкованого чи електронного продукту, теле- чи радіопередачі, інтернет-ресурсу. Відповідно до цього кафедра видавничої справи та редагування Запорізького національного університету сформувала наступні бази проходження практик.

1. Редакції газет і журналів «Індустріальне Запоріжжя», «Запорізька правда», «МИГ», «Суббота плюс», «Позиція», «Клякса», «Популярні відомості», «Приазовская новь», «Районка», «Колос», «Наш край», «Афіша».

2. Видавничо-поліграфічні структури: Видавничий будинок «Кераміст», видавництво «ЛПС», типографія «Дніпровський металург», ФОП Волкова О.В., типографія «Поліграф Поліграфіч», ТОВ «Друк-Уніон», типографія «Х-Прес», центр пакувальних технологій «Druk Center».

3. Структурні підрозділи Запорізького національного університету: пресцентр, редакція газети «Запорізький університет», інформаційний портал «Пороги», редакційно-видавничий відділ.

4. ТБ: КП Бердянська міська телекомпанія «ТБ-Бердянськ», ТОВ «Запорізька незалежна телерадіокомпанія TV-5», КП «Муніципальна телевізійна мережа» (телеканал Z), Філія ПАТ «НСТУ» «Запорізька регіональна дирекція».

5. Організації та установи різного ступеня підпорядкованості: рекламна агенція «Фрестайл», Управління преси та інформації Запорізької обласної державної адміністрації, комунальний заклад «Запорізький обласний Центр науково-технічної творчості учнівської молоді “Грані”».

Зрозуміло, що широкі й міцні теоретичні знання поряд із громадянською зрілістю, національною свідомістю, природними здібностями, життєвим

досвідом є вирішальною передумовою вироблення практичних навичок редакторської роботи, оволодіння фаховою майстерністю видавця, коректора.

Зміст практик студентів визначають: особливості роботи видавця-редактора-коректора як суб'єкта видавничо-редакційної діяльності; специфіка роботи видавничо-поліграфічної структури, в якій відбувається практика, а також завдання професійної підготовки. Різноманітність видів роботи студентів під час практики забезпечується, по-перше, завданнями, що їх ставить керівник практики; по-друге, спілкуванням із керівником практики від підприємства; по-третє, універсальністю самої видавничої, редакційної, коректорської діяльності.

На факультеті журналістики Запорізького національного університету студенти освітньої програми «Редакторсько-видавнича діяльність і медіамоделювання» проходять навчальну та виробничу практики. Згідно з такою системою діяльність студентів поступово ускладнюється від курсу до курсу залежно від мети й завдань навчання на кожному етапі професійного формування, ступеня теоретичної підготовки, а також самостійності майбутніх редакторів, видавців і коректорів у процесі виробничо-творчої діяльності, рівня загального розвитку й індивідуальних можливостей.

Навчальна практика на першому курсі тісно пов'язана зі змістом провідних академічних курсів: «Вступ до спеціальності», «Практикум з медіамоделювання», «Медіавиробництво», «Редакторсько-видавнича діяльність» та інші. Студенти починають відпрацьовувати свої практичні навички, вивчаючи всі названі дисципліни, на яких вони вчаться макетувати, верстати газетні шпальти, підбирати ілюстративний матеріал до текстів, правильно його розміщувати тощо. Для цього опановують такі комп'ютерні програми, з якими працюють на практичних і лабораторних заняттях:

– QuarkXPress – це програма верстки, у якій можна реалізувати макети продукції різної складності, виконати переверстання. Застосовують її при вивченні макетування й верстки друкованого видання в межах дисциплін «Практикум з медіамоделювання» та «Медіавиробництво»;

– InDesign – послуговуються при створенні документів із великим обсягом тексту і графічного оформлення. Саме її найчастіше використовують при проходженні виробничих практик у редакціях газет, журналів, а також на поліграфічному підприємстві «Кераміст», у видавництві «ЛПС»;

– Adobe Photoshop дозволяє редагувати, коректувати готові графічні файли, а також створювати нові зображення. Знання цієї програми дають можливість працювати із зображеннями у програмах верстки, ознайомитися з різновидами растрової та векторної графіки.

Студенти, опанувавши це програмне забезпечення, набувши практичних навичок при створенні аркушевих видань на лабораторних заняттях, здатні виконати й індивідуальні завдання на дисципліну «Практикум з медіамоделювання», яке передбачає розробку концепції та макетування за нею власного періодичного видання (газети, журналу). Це є першим творчим і самостійним проектом, на якому кожен із них демонструє рівень засвоєння

теоретичних знань і ефективність їхнього застосування у практичній діяльності. І ці практичні навички будуть вдосконалюватися, закріплюватися й на інших навчальних дисциплінах із редакторського циклу.

Уміння послуговуватися інформаційно-комп'ютерними технологіями студенти показують і на навчальній практиці, виконуючи відповідні завдання. Цей різновид практики є невід'ємною складовою навчального процесу, першим етапом практичної підготовки здобувачів вищої освіти освітньо-професійної програми «Редакторсько-видавнича діяльність і медіамоделювання». Під час проходження перших навчальних практик майбутні видавці і редактори залучаються до активної взаємодії з працівниками видавництв, типографій, поліграфічних структур, що дає змогу практикантам не тільки глибше засвоїти знання, а й перевірити свої вміння. На першому курсі студенти аналізують структуру видавництв і видову приналежність видавничої продукції; виявляють специфіку посадових обов'язків і підготовки коректора, редактора, видавця; складають паспорт видавництва; досліджують процес укладання договорів у видавництві, основні етапи роботи видавництва з поліграфічним підприємством. Теоретичні знання з цих питань вони набувають на заняттях із дисциплін «Редакторсько-видавнича діяльність» і «Вступ до спеціальності». Отже, завдання цих навчальних практик покликані увиразнити, конкретизувати, наблизити до практичних реалій навчально-розвивальну діяльність, прагматизувати процес формування необхідних фахових компетентностей майбутніх видавців, редакторів, коректорів. На значимості фахової компетентності як важливої частини формування професійної майстерності наголошували Д. Відоменко [2], Н. Зелінська [3], В. Карпенко [5] та багато інших науковців.

На другому курсі студенти вивчають такі навчальні дисципліни: «Медіавиробництво», «Основи візуального редагування у медіа», «Видавничі стандарти», які теж максимально спрямовані на практичну складову: у навантаженні переважають години з практичних і лабораторних занять. На цьому етапі підготовки на практичних заняттях студенти самостійно працюють як редактори газетно-журнальних і книжкових, електронних видань, застосовуючи теоретичні знання з класифікації, ознак та вимог до різних типів видавничої продукції, журналістських жанрів, керуючись основними законами та стандартами у сфері видавничої справи й поліграфії. Особливо тут звертають увагу на найважливіші критерії оцінювання редактором структури авторських текстів, графічних та ілюстративних матеріалів. На лабораторних заняттях із дисципліни «Основи візуального редагування у медіа», а також на практичних із «Медіавиробництва» викладачі створюють умови, максимально схожі до реальних, використовуючи елементи ситуаційних завдань, рольової гри (наприклад, змоделювати редакцію своєї газети/видавництва, сформулювати її головні завдання, окреслити функціональні обов'язки та вимоги до кожного працівника, створити сайт певного типу), завдяки чому викладач може перевірити рівень засвоєння студентами теоретичних знань, а вони мають

можливість застосувати їх у конкретній практичній ситуації та максимально відповідати за результати своїх дій. Наголосимо на тому, що тут вагоме значення має і міждисциплінарний зв'язок, який підвищує якість підготовки майбутніх фахівців. Наприклад, нові знання з курсу «Основи візуального редагування у медіа» ґрунтуються на вже отриманих у рамках дисципліни «Практикум з медіамоделювання» (типи ілюстрацій, вимоги до їхнього розміщення на сторінці, шрифтові та нешрифтові виділення тощо). Такий підхід сприяє послідовному та безперервному поглибленню знань, комплексному формуванню і вдосконаленню практичних умінь та навичок.

Редакторську підготовку видавничої продукції більшість (якщо не всі) редакції й видавництва здійснюють без використання паперових варіантів авторських текстів. Цей момент обов'язково враховується й при плануванні й розробці завдань із редакторської підготовки газетно-журнальних, книжкових і електронних видань. На заняттях студенти активно працюють із текстами за допомогою комп'ютерної програми Microsoft Office (зокрема Word), яка допомагає виявити порушення різних типів лінгвістичних помилок і дозволяє працювати з текстом будь-якого обсягу. Це найпростіша програма текстового редактора, яка при виявленні помилки підкреслює слово червоною хвилястою лінією. Переважно це друкарські помилки, однак можливі й орфографічні. Студентам залишається перевірити запропоновані програмою варіанти заміни цього слова і вибрати один із них відповідно до контексту. Послугуються нею на заняттях із «Медіавиробництва», зокрема в розділах «Газетно-журнальні та книжкові видання» та «Електронні видання». Тут студенти звертаються до знань із правопису української мови, які вони набули на першому курсі, вивчивши дисципліну «Українська мова професійного спрямування», а також до знань особливостей макетування і верстки різножанрових текстів, які вони отримали на заняттях із курсу «Макетування і верстка». На дисципліні «Електронні видання» на практичних заняттях також використовують онлайн конструктори Wix або Tilda для розробки власних електронних видань і тренування необхідних для редактора та коректора навичок роботи з веб-контентом.

Змістове наповнення навчальних практик на другому курсі в повному обсязі відповідає меті й завданням зазначених навчальних дисциплін. Під час проходження практик у третьому і четвертому семестрах студенти беруть участь (з урахуванням здобутих знань на практичних і лабораторних заняттях) в основних етапах поліграфічного виробництва конкретних підприємств під керівництвом досвідчених фахівців; набувають фахових навичок у практичному застосуванні видавничих і поліграфічних стандартів. Практиканти-другокурсники редагують тексти різних ЗМІ на предмет дотримання лінгвістичних норм із використанням сучасних комп'ютерних програм та онлайн-словників. Важливим етапом системи практичної підготовки майбутніх видавців і редакторів є набуття конкретних навичок із верстання текстових і ілюстративних матеріалів. Саме на другому курсі відповідний рівень практичної підготовки студентів дає змогу їм створювати, редакційно готувати ґрунтовні

творчі проєкти (наприклад, книжкове видання «Історії успіхів випускників факультету журналістики Запорізького національного університету», літературно-художнє книжкове видання «Любов і Кров» авторів Л. Портнової та Б. Портнова).

Окрім обов'язкових завдань при проходженні навчальних практик, студенти освітньо-професійної програми «Редакторсько-видавнича діяльність і медіамоделювання» виконують індивідуальні завдання, які можуть змінюватися й уточнюватися (залежно від можливостей бази практики, ступеня підготовки і самостійності студента, його віку тощо), але завжди спрямовані на практичну підготовку фахівців редакторсько-видавничої та поліграфічної галузі. Так, серед основних індивідуальних завдань навчальних практик на першому і другому курсах виділяємо: підготовка журналістського матеріалу (у жанрі інтерв'ю, нарису чи есе) про провідного фахівця видавничо-поліграфічної структури; моніторинг участі підприємства у видавничих, поліграфічних форумах; розробка власних редакторських рекомендацій щодо шляхів усунення порушень лінгвістичних норм у текстах друкованих та електронних видань Запоріжжя; верстка різних типів видань, насамперед тих, що забезпечують інформаційні, рекламні потреби факультету журналістики та Запорізького національного університету загалом.

Виробнича практика передбачає вирішення таких завдань:

- закріпити в умовах, максимально наближених до професійної діяльності, набуті в університеті теоретичні знання;
- сформувані у студента як у майбутнього спеціаліста вміння й навички, необхідні для плідної самостійної роботи у видавничо-поліграфічних структурах, редакціях друкованих та електронних засобів масової інформації;
- виробити у студента як у майбутнього фахівця сталу звичку продовжувати щоденне навчання в умовах практичної діяльності;
- навчити засвоювати виробничий, творчий і організаторський досвід старших колег, вивчати традиції видавничо-поліграфічної структури, редакційного колективу, форми й методи роботи кожного окремого редактора, головного редактора, коректора, робити власні висновки й узагальнення.

Після другого курсу студенти проходять першу виробничу (коректорську) практику, основними завданнями якої є оволодіння на практиці методикою застосування коректурних знаків, використання методів виправлення в редагованих текстових та ілюстраційних оригіналах. Зауважимо, що на цьому етапі студенти працюють лише з друкованою видавничою продукцією, зокрема з коректурними відбитками, що дозволяє використовувати традиційну коректуру, при якій практикант може покладатися тільки на свої знання, уважність і відповідальність. До основних завдань належать: вивчення посадових обов'язків коректора, які залежать від типу коректури (часткова чи повна); робота над коректурним відбитком; закріплення навичок застосування коректурних знаків; ознайомлення зі змінами функціональних обов'язків коректора у зв'язку з використанням у видавництві комп'ютерної техніки, що й

спричинило скорочення посади коректора в більшості редакцій і видавництв, зменшення посадових обов'язків редактора та коректора чи й узагалі поєднання їх в одній посаді, зокрема редактора.

На третьому курсі практичні вміння студентів формуються при вивченні таких фундаментальних курсів: «Шрифтознавство та текстознавство», «Стилістичні функції тексту», «Практична стилістика», «Типологія помилок та коректура». Однак не менш важливими в практичній фаховій підготовці є і дисципліни спеціалізації, дисципліни за вибором студентів, зокрема «Редагування інтернет-контенту», «Брошури, ілюстрації, листівки, плакати», «Навчальні, наукові, науково-популярні видання», «Мультимедійність та гіпертекстуальність електронних ресурсів». На цьому етапі чітко простежуються міждисциплінарні зв'язки, а також зв'язок теоретичних знань і практичних умінь. Так, базові знання з практичної стилістики, типології помилок сприяють удосконаленню умінь літературного редагування різних типів видавничої продукції – це і інтернет-контент, і наукові чи навчальні тексти, і тексти листівок чи плакатів, а знання з «Основ візуального редагування у медіа» (2 курс) – поглибленому вивченню, розширенню знань щодо художнього оформлення видань у межах дисциплін «Редагування інтернет-контенту», зокрема принципів композиційної побудови сайту, вимог до дизайну головних та внутрішніх сторінок сайту, правил подання «шапки» та «підвалу». «Редагування інтернет-контенту» є однією з практичних дисциплін, яка спрямована на ознайомлення зі специфікою мови веб-публікації та з особливостями адаптації матеріалів традиційних ЗМІ. На практичних заняттях студентам пропонується ділова гра, в основі якої вони редагують та оптимізують уже готовий інтернет-контент у ролі контент-редактора, редактора новинної стрічки, редактора читацького контенту, редактора мультимедійного контенту, редактора соціальних мереж, що є новітніми редакторськими професіями, які з'явилися в умовах інформатизації редакційно-видавничих процесів. Ще одним варіантом роботи над практичними навичками студентів є підготовка тексту до публікації та просування в пошукових системах на основі текстів, узятих із традиційних ЗМІ.

Основним ресурсом для відпрацювання практичних навичок зі створення різного виду друкованої видавничої продукції в межах дисципліни «Брошури, ілюстрації, листівки, плакати» є онлайн платформа графічного дизайну Canva. Це безкоштовний сервіс, який пропонує великий банк зображень, шрифтів, шаблонів та ілюстрацій. Студентам залишається підібрати ілюстрації, тип шрифту та його кегль і накреслення, аби отримати естетично та правильно оформлений продукт потрібного виду, наприклад, рекламну листівку чи плакат, візитівку. Тут допомагають знання, отримані на першому та другому курсі в межах дисциплін «Медіавиробництво», «Основи візуального редагування у медіа» (розміщення тексту та ілюстрації, вибір шрифтових і нешрифтових виділень, використання декоративних елементів в аркушевих виданнях тощо).

Проте студенти не лише редагують готові тексти, а й самі створюють їх. Наприклад, на практичних заняттях із «Навчальних, наукових, науково-

популярних видань» вони пишуть наукові тези, статті до своїх курсових робіт з урахуванням усіх вимог до цього типу наукових текстів, а також створюють різні типи навчальних видань (практикуми, конспекти лекцій, методичні рекомендації до практичних/лабораторних занять за заданою темою). Такий вид робіт передбачає і міждисциплінарний зв'язок із дисципліною «Шрифтознавство та текстознавство», що уможливило вдосконалення та закріплення і теоретичних знань, і практичних навичок з літературного, технічного й художнього редагування. Вимоги до оформлення апарату видання студенти вивчили на дисципліні «Редакторсько-видавнича діяльність» ще на першому курсі. Усе це сприяє створенню якісного видавничого продукту, який долучається до портфоліо студента.

Знання типологічних особливостей електронного видання, отримані при вивченні на другому курсі в межах дисципліни «Електронні видання», на третьому курсі доповнюються знаннями про мультимедійність і гіпертекстуальність, адже протягом останніх десятиліть мережеві ЗМІ та редактори сайтів видавництва, редакції все активніше послуговуються гіперлінками, відеорядами та ін., адже гіпертекст є важливим і необхідним принципом організації мультимедійного видання. Оскільки мультимедіа поєднують різні форми інформації – візуальну, текстову і звукову, то тут студенти використовують знання, отримані протягом попередніх років навчання на факультеті: вимоги до текстів і візуального його оформлення, етичні, лінгвістичні, видавничі та інші норми, мова веб-ресурсів та інше.

Оскільки роль редактора у видавництві не змінилася і він досі є надважливим, а зміст його роботи, а, отже, і вимоги до навичок і вмій щоразу модифікуються відповідно до розвитку інноваційних технологій у галузі редактури та поліграфії, то й на факультеті журналістики суттєвого значення набуває використання стільникових програм та онлайн-застосунків у навчальному процесі, зокрема при практичній підготовці редактора, видавця та коректора. Таке програмне забезпечення гарантує високу мовну якість текстів, особливо при роботі з електронними варіантами авторських оригіналів. Головними серед таких програм є:

– OnlineCorrector – це сайт із правилами, потужний онлайн-інструмент для автоматичного пошуку та виправлення помилок у текстах українською мовою. Словник сайту пропонує синоніми слів відповідно до стилю тексту, тлумачить значення окремих лексем тощо. Застосовується при редагуванні видань у межах дисципліни «Навчальні, наукові, науково-популярні видання», «Редагування інтернет-контенту», «Брошури, ілюстрації, листівки, плакати»;

– РУТА – програма, яка перевіряє правопис, а також контролює узгодженість слів, виявляє стилістичні помилки, пропонуючи синоніми до слів. Використовується при літературному редагуванні великих текстів, а також при першій коректурі текстів. Послуговуються нею на дисциплінах «Типологія помилок та коректура», «Навчальні, наукові, науково-популярні видання», «Редагування інтернет-контенту»;

– онлайн-сторінка для перевірки правопису (орфографії, граматики і стилю) української мови – <https://r2u.org.ua/check>. Має пошуковий інтерфейс, який не лише перекладає текст із російської на українську, а й шукає слова, близькі за значенням, формою, пропонує синоніми. Допомогає студентам при вчитуванні текстів на практичних і лабораторних заняттях з усіх дисциплін редакторського циклу;

– правописник LanguageTool. Має потужну базу з орфографії, граматики й стилістики із 28 мов. У навчальному процесі факультету журналістики використовують тексти українською, російською та англійською мовами. Ним послуговуються на практичних заняттях із навчальних дисциплін з редакторської та коректорської діяльності.

Отже, на третьому курсі студенти вже активно працюють із комп'ютерними програмами, редагуючи друковані та електронні видання, інтернет-ресурси. Такі вміння сприяють у підготовці саме електронних версій тексту. Зауважимо, що студенти працюють і з іншими джерелами, коли йдеться про мовну культуру певної літератури чи ЗМІ, зокрема довідниками зі слововживання, словниками синонімів, фразеологізмів, які теж є і в паперовому, і в електронному, онлайн-овому варіанті.

Особливий зв'язок виробнича практика після третього курсу як навчальна модель майбутньої професійної діяльності видавців, редакторів, коректорів має з циклом професійно-орієнтованих дисциплін та дисциплін спеціалізації. Основні завдання цієї виробничої (редакторської) практики враховують практичні навички, отримані на попередніх курсах і дисциплінах поточного року. Студенти здійснюють редакторський аналіз виявлених логічних, психологічних помилок; порушень юридичних, політичних, етичних, естетичних, релігійних норм. В основі цих завдань лежать знання, отримані при вивченні дисципліни «Типологія помилок та коректура». Важливе значення тут мають вміння, набуті в межах дисциплін «Медіавиробництво» та «Мовна комунікація в медіа».

Також студенти третього курсу освітньо-професійної програми «Редакторсько-видавнича діяльність і медіамоделювання» у межах виробничої практики макетують, верстають, літературно та технічно редагують щорічний збірник наукових праць студентів, аспірантів і молодих учених «Молода наука». Наголосимо й на тому, що вони і самі пишуть тези для цієї збірки, які є апробацією основних положень курсової роботи.

На четвертому курсі студенти знайомляться з такими навчальними дисциплінами професійної підготовки: «Літературне редагування», «Поліграфічне виробництво», «Медіаправо», «Рекламні стратегії видавничої діяльності», «Моделювання і підтримка сайту». Проте для фахової практичної підготовки важливими є й дисципліни спеціалізації та вільного вибору студента в межах спеціальності, зокрема: «Маркетингові стратегії видавничої діяльності», «Промоція видавничої продукції», «Функціонування видавничих структур», «Етичні та етикетні норми видавничої діяльності». «Офіційні та нормативні

видання», «Довідково-енциклопедичні та рекламні видання», «Художньо-технічна естетика електронних ресурсів», «Візуальна комунікація в Інтернет-мережі». Усі вони є продовженням системного й безперервного процесу формування знань, умінь і навичок у студентів-майбутніх фахівців у редакційно-видавничій та поліграфічній сфері. Так, наприклад, на практичних заняттях із дисципліни «Візуальна комунікація в Інтернет-мережі» студенти поглиблюють свої знання із загальної візуалізації для узгодження графіків (нефотографічного характеру), відео та текстів, засобів виділення й особливостей дотримання колірної гармонії на веб-ресурсах. При викладанні курсу «Моделювання і підтримка сайту» враховуються його зв'язки з дисципліною «Макетування й верстка» та «Редагування інтернет-контенту», зокрема зі знаннями специфіки створення та редагування візуальної інформації та з навичками роботи в програмах обробки растрової графіки Adobe Photoshop для розробки структури сайту, продумування та створення навігаційних іконок, підготовкою та публікацією текстів на власних веб-ресурсах з використанням правил сео-копірайтингу, а також з «Електронними виданнями» і знаннями з електронних видань та їхнього контенту, що поглиблюється вивченням видів інтернет-контенту в конвергентних ЗМІ. Програма дисципліни «Візуальна комунікація в Інтернет-мережі» базується на «Основах візуального редагування у медіа». На практичних заняттях з дисципліни «Моделювання і підтримка сайту» студенти розглядають різні типи CMS та їхні особливості використання для проектування web-сайтів, використовують CMS Wordpress для створення власного робочого сайту, на який протягом курсу встановлюють плагіни та розширення, а також займаються внутрішньою та зовнішньою SEO-оптимізацією.

Дисципліна «Художньо-технічна естетика електронних ресурсів» є логічним продовженням і своєрідним інструментом закріплення теоретичних знань та практичних умінь курсів «Практикум з медіамоделювання», «Медіавиробництво», «Основи візуального редагування у медіа». Студенти тут використовують уміння працювати в програмі Adobe Photoshop при редакторській підготовці графічних файлів та при створенні нових зображень для свого електронного видання, сайту.

Виробнича практика на четвертому курсі є логічним продовженням фахової підготовки майбутніх редакторів, видавців, коректорів. Змістове наповнення практики завершального курсу бакалаврату дає змогу студентам апробувати набуті на практичних і лабораторних заняттях фахові навички в конкретних видавничих структурах, поліграфічних підприємствах, редакціях ЗМІ на певній посаді. Практична підготовка виявляється у вмінні застосувати набуті знання на посаді дублера – молодшого редактора (редактора-організатора); виконати функціональні обов'язки редактора тематичної редакції видавництва, коректора; дослідити і відтворити схему взаємовідносин видавництва (друкованого видання) з поліграфічними підприємствами; охарактеризувати форми реалізації видавництвом (друкованим виданням) своєї

продукції, подати практичні рекомендації щодо удосконалення каналів розповсюдження видавничої продукції на аналізованому підприємстві.

Серед основних індивідуальних завдань виробничих практик на другому, третьому і четвертому курсах виділяємо: використати методи виправлення ілюстраційних оригіналів у дитячих періодичних виданнях (наприклад видань Запоріжжя: «Клякса», «Зайка», «Золоте левеня»); створити етичний кодекс спроектованого власного видавництва; виконати обов'язки волонтера заходів промоції видавничої продукції (наприклад, форум «Книжкова Толока»).

На факультеті журналістики створено Асоціацію випускників, яка є майданчиком для обміну досвідом, що сприяє підвищенню рівня професійної підготовки студентів освітньо-професійної програми «Редакторсько-видавнича діяльність і медіамодельовання» та оптимізації їхнього працевлаштування й проведення навчальних і виробничих практик.

Інформаційно-комп'ютерні технології стали основним зняряддям практичної підготовки майбутніх редакторів, видавців і коректорів під час дистанційної освіти в умовах карантинних обмежень. За допомогою сервісів «ZOOM», «Google Meet», системи електронного забезпечення Moodle Запорізького національного університету проводилися практичні, лабораторні заняття; відеоконференції із керівниками і провідними спеціалістами видавничо-поліграфічних структур, редакцій радіо, телеканалів, друкованих та інтернет-ЗМІ; відеоекскурсії на бази практик.

### **Результати досліджень**

У результаті дослідження виявлено, що основна мета, яку ставить перед собою викладач при проведенні занять із навчальної дисципліни, – це сформувані у студентів відповідні професійні компетентності, тобто – здатності успішно виконувати професійні завдання й обов'язки тієї посади, на яку людина претендує [6]. І тут слід пам'ятати, що це системний і безперервний процес, який передбачає врахування всіх фахових завдань і вимог та їхню реалізацію через традиційні й новітні форми та методи освіти. Науково-педагогічний колектив кафедри видавничої справи та редагування факультету журналістики Запорізького національного університету успішно формує у студентів такі фахові компетентності:

- здатність формувати й редагувати інформаційний контент;
- здатність створювати і верстати видавничий медіапродукт різних видів і типів із використанням сучасних інформаційно-комп'ютерних технологій, спеціалізованого програмного забезпечення та з урахуванням каналу поширення чи платформи оприлюднення;
- здатність організовувати й контролювати командну професійну діяльність;
- здатність ефективно просувати створений видавничий медіапродукт.

Свідченням високого рівня якості освіти, зокрема практичної підготовки студентів на факультеті журналістики, є працевлаштування більшості випускників за фахом не лише в Запоріжжі та області, але й у провідних видавничих структурах Києва, Львова, Харкова.

## Висновки

Отже, тотальна комп'ютеризація редакційно-видавничого процесу змушує змінювати підходи до практичної підготовки майбутніх фахівців у редакторсько-видавничій галузі. Для цього в Запорізькому національному університеті, зокрема на факультеті журналістики створені всі умови: відкриті комп'ютерні класи, встановлені необхідні ліцензійні програми, на заняття з редагування, промоції видавничої продукції, а також в межах дня спеціальності все частіше запрошуються практики та потенційні роботодавці, керівники практик від видавничих і поліграфічних структур. Такий комплексний підхід до практичної підготовки студентів з урахуванням інформаційно-комп'ютерних технологій, вимог стейкхолдерів і сучасного медійного ринку сприяє формуванню загальних і професійних компетентностей здобувачів у галузі видавничої справи, що є свідченням високого рівня якості освіти.

## Список літератури

1. Виробнича практика як складова навчального процесу за кредитно-модульної системи навчання / Л. Ф. Каськова, О. Ю. Андріянова, О. О. Карпенко [та ін. ] // Кредитно-модульна система організації навчального процесу у вищих медичних (фармацевтичному) навчальних закладах України на новому етапі: матеріали X Всеукр. навч.-наук. конф. Тернопіль : ТДМУ «Укрмедкнига», 2013. Ч.2. С. 151-155.
2. Відоменко Д. Д. Сучасні інформаційні системи управління видавництвом як чинник розвитку професійної компетентності майбутніх фахівців з видавничої справи та редагування // Вісник Житомирського державного університету імені Івана Франка. Серія: Педагогічні науки. 2014. Вип. 2 (74). С. 68-73. URL: <http://eprints.zu.edu.ua/11740/1/13.pdf>.
3. Зелінська Н. В., Огар Е. І., Фінклер Ю. Е., Черниш Н. І. Сучасний редактор: проблеми професійного вишколу // Поліграфія і видавнича справа. 2002. Вип. 39. С. 203-209. URL: <http://journalib.univ.kiev.ua/index.php?act=article&article=218>.
4. Каськова Л. Ф. Практична підготовка – запорука професіоналізму // Актуальні проблеми сучасної вищої медичної освіти в Україні: матеріали навч.-наук. конф. (м. Полтава, 21 березня 2019 р.). 2019. С. 96-97. URL: [http://elib.umsa.edu.ua/bitstream/umsa/9977/1/Kaskova\\_Praktychna\\_pidhotovka.pdf](http://elib.umsa.edu.ua/bitstream/umsa/9977/1/Kaskova_Praktychna_pidhotovka.pdf).
5. Карпенко В. О. Основи редакторської майстерності. Теорія, методика, практика : підручник. Київ : Університет «Україна», 2007. 430 с.
6. Шевчук Т. В., Сідельник О. П. Практична підготовка студентів вищих навчальних закладів як невід'ємна детермінанта формування їхніх професійних компетенцій // Науковий вісник НЛТУ України. Серія економічна. 2017. Вип. 27(2). С. 189-193.
7. Шпак В. Сучасні тренди видавничої освіти // Вчені записки ТНУ імені В. І Вернадського. Серія : Філологія. Соціальні комунікації. 2020. Том 31 (70). № 2 Ч. 4. С 239-245.

## ANNOTATIONS

UDC [658.5:655.1]:0050047.7

### JUSTIFICATION OF STRATEGIC AND OPERATIONAL DECISIONS PUBLISHING AND PRINTING ENTERPRISES

**Andriushchenko T.U.**

Senior Lecturer, Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics, Kharkiv

***Abstract.** Analysis of the state of the publishing and printing industry shows that modern production, to ensure sustainable profits and continuous development, must meet such requirements as the speed of response to modern technology, product quality and number of orders. This goal can be achieved not only by upgrading equipment, but also by introducing automated control and management systems for printing processes, to use workflows at all stages of the publishing and printing process.*

***Keywords:** AUTOMATION, DECISION MAKING, MANAGEMENT SYSTEM, DECISION MAKING SUPPORT SYSTEMS, INFORMATION SYSTEM.*

UDC 659.128.2

### DEVELOPMENT OF METHODS FOR DETERMINING FONTS FOR ADVERTISING INTERNET COMMUNICATIONS

**Berezhna O.B.**

Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of Computer Systems and Technologies, Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics

**Sleptsova A.B.**

Master, Department of Computer Systems and Technologies,  
Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics

***Abstract.** The steady increase in the volume of Internet advertising, in particular, banner, determines the urgency of the problem of creating its quality design. A significant problem is the choice of font advertising for the web. The scientific result of the study is to create a methodology for selecting web fonts for advertising, depending on the requirements and wishes of the customer, from the appropriate sample of font fonts grouped into clusters.*

***Keywords:** WEB DESIGN, BANNER ADVERTISING, WEB FONTS, FONT SOLUTION, FONT SELECTION CRITERIA.*

**UDC 615.3.4.1**

## **METHODOLOGY FOR THE DEVELOPMENT OF SUBJECT TECHNOLOGY FOR THE DESIGN OF MULTIMEDIA PUBLICATIONS**

**Bratkevych V.V.**

Ph.D., Associate Professor, Department of Computer Systems and Technologies,  
Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics

**Pushkar O.I.**

Doctor of Economics, Professor, Department of Computer Systems and  
Technologies, Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics

**Hrynko T.Y.**

Department of Computer Systems and Technologies, Simon Kuznets Kharkiv  
National University of Economics

***Abstract.** The analysis of the initial stages of designing the subject technology of multimedia publications is performed and the method of its formalization is offered. A step-by-step procedure for constructing a ranking model of evaluation criteria is provided. The proposed model for evaluating the quality of alternative versions of multimedia publications.*

***Keywords:** SUBJECT TECHNOLOGY, SYSTEM ANALYSIS METHOD, CRITERIA, EXPERT ASSESSMENT, RANKING MODEL, HIERARCHY, HOLARCHY.*

**UDC 7.05**

## **EDUCATIONAL LITERATURE COLOUR GAMMA INFLUENCE ON CHILD'S PERCEPTION OF SCHOOL MATERIAL**

**Vovk O.V.**

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Department of Media Systems  
and Technologies,  
Kharkiv National University of Radio Electronics

**Chebotarova I.B.**

Senior Lecturer, Department of Media Systems and Technologies,  
Kharkiv National University of Radio Electronics

**Shypova M.K.**

Master, Department of Media Systems and Technologies,  
Kharkiv National University of Radio Electronics

***Abstract.** The school system of education for children has changed frequently lately. Educational literature is republished annually, the material, training plan and design of book publications change. In the design of children's educational literature, it plays a very strong role depending on different age groups: the layout and design of the text, the font size and typeface used, all kinds of schemes, auxiliary drawings, as well as the color scheme in which this or that textbook is made.*

***Keywords:** COLOR GAMMA, EXPERIMENTAL RESEARCH, CLEARANCE, DESIGN, COLOR ENVIRONMENT, SPECTRUM, WAVE LENGTH.*

**UDC 378.123:005.336.5**

## **USE OF SOCIAL NETWORKS IN E-LEARNING SYSTEMS BASED ON INNOVATIVE PEDAGOGICAL TECHNOLOGIES**

**Gordeev A.S.**

Doctor of Technical Sciences, Professor, Department of Computer Systems and  
Technologies,  
Kharkiv National Economic University named after Semyon Kuznets,

*Abstract.* Didactic opportunities to use modern social networks and new educational tasks no longer allow us to focus only on lectures and seminars, which form the basis of the traditional process of student learning. Distance education is considered as a set of information, technological and administrative-organizational components.

*Keywords:* SOCIAL NETWORK, REMOTE SENSE, COMPUTER TECHNOLOGIES, GLOBALIZATION, PEDAGOGICAL PROCESS.

**UDC 004.932**

## **THE COLOR BALANCE CORRECTION OF DIGITAL IMAGES BASED ON STATISTICAL CHARACTERISTICS**

**Grigoriev A.**

PhD, Professor of the Department of Media Systems and Technologies  
Kharkiv National University of Radio Electronics

**Kolesnikova T.**

PhD, Associate professor of the Department of Media Systems and Technologies  
Kharkiv National University of Radio Electronics

**Yatsenko L.**

Senior Lecture of the Department of Media Systems and Technologies  
Kharkiv National University of Radio Electronics

*Abstract.* Color distortion of the images in addition to many other reasons associated with the lighting of the scene, the wrong task balance of white and gray, errors in exposure. All this leads to the need to program the color settings.

*Keywords:* GRAY BALANCE, CORRECTION, COLOR BALANCE, COLOR CORRECTION, COLOR MODELS, DIGITAL PHOTOGRAPHS.

UDC 371.134; 655.41:004

## CREATION OF ELECTRONIC TEXTBOOKS BY FACILITIES OF PUBLISHING SYSTEM LaTeX

**Gryschenko Tamara**

Director of the library

Kharkiv National University of Radio Electronics

**Nikitenko Oleksandr**

Ph.D., Associate Professor, Department of Information and Measurement Technology,

Kharkiv National University of Radio Electronics

**Deineko Zhanna**

Ph.D., Associate Professor, Department of Media Systems and Technologies, Kharkiv National University of Radio Electronics

***Abstract.** In recent years, the use of electronic textbooks in education is growing due to the active implementation of information technology, which helps to more widely transmit material using multimedia, to store a large amount of information. In the course of this work the list of principles and recommendations which it is expedient to consider at designing of electronic textbooks, and also technology of interactive electronic educational and methodical complexes development with use of freely distributable publishing system LaTeX is offered.*

***Keywords:** ELECTRONIC TEXTBOOK, LATEX PUBLISHING SYSTEM, EDUCATIONAL AND METHODOLOGICAL COMPLEX, INTERACTIVITY, SOFTWARE.*

UDC 621.375.826

## RESEARCH OF TECHNOLOGY OF LASER MARKING OF POLYMERIC MATERIALS

**Savchenko O.M.**

Ph.D., Associate Professor, Department of Printing Media Technologies and Packaging, Ukrainian Academy of Printing

***Abstract.** The classification of types of marking of polygraphic production is carried out, the requirements shown to marking of the goods are resulted. Experimental studies of labeling of polymeric materials on a laser machine TS1390 with a wavelength of 10.6  $\mu\text{m}$  depending on the radiation power and speed of labeling. Laser-induced mechanisms of the marking process are revealed.*

***Keywords:** MARKING TECHNOLOGIES, LASER MACHINE, POLYMERIC MATERIALS, LASER RADIATION, CO<sub>2</sub>.*

**UDC 004.021, 004.42:004.62**

## **USE OF HEAT CARD TECHNOLOGY TO IMPROVE THE USABILITY SITES**

**Zeleniy Oleksandr**

Ph.D., Department of Media Systems and Technologies,  
Kharkiv National University of Radio Electronics

**Tkachenko Volodymyr**

Ph.D., Professor, Department of Media Systems and Technologies,  
Kharkiv National University of Radio Electronics

**Deineko Zhanna**

Ph.D., Associate Professor, Department of Media Systems and Technologies,  
Kharkiv National University of Radio Electronics

***Abstract.** This paper proposes the use of a motivational marker, which is based on the formation of an objective picture of the dynamics of sales of a given product for a certain past period of time. The visualization of this marker is implemented according to the principle of building heat maps, when a colored strip is assigned to certain numerical ranges, the colors of which are associated with sales rates. In the course of the work, modern tools for creating heat maps were considered, an approach was proposed for creating motivational markers with the principles of visualizing heat maps, options for the design of motivational markers were considered, and guidelines for their practical application were given.*

***Keywords:** USABILITY, HEAT MAPS, SITE CONVERSION, INTERFACE, INTERNET RESOURCE, INFORMATION MARKER.*

**UDC 730:741:766**

## **CREATION OF A STYLIZED 3D-CHARACTER FOR ANIMATION**

**Slityuk O.**

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Department of Design,  
Kyiv National University of Technologies and Design

**Noschenko N.**

undergraduate student, Department of Design,  
Kyiv National University of Technologies and Design

***Abstract.** The paper addresses the questions and solutions related the development and design of a stylized 3D-character for animation. The analysis showcases the tools that are best suited for this purpose. The results describe the stages and methods of creating an animation-ready 3D-character, revealing the particularities and nuances of the process. The possibilities and future use of the created work are considered.*

***Key words:** CHARACTER, 3D-GRAPHICS, STYLIZATION, VISUALIZATION, SIMULATION, SOFTWARE, ANIMATION.*

**UDC 330.47:004.9**

**MULTIMEDIA EDUCATIONAL EDITION «COLOR THEORY»  
DEVELOPMENT ECONOMIC AND MATHEMATICAL BASIS**

**Khoroshevska I.O.**

Ph.D., associate professor

Computer Systems and Technologies Department  
Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics

**Glebov V.O.**

Master, Computer Systems and Technologies Department  
Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics

***Abstract.** The economic-mathematical basis in the form of the technique directed on the decision of analytical and practical problems for development of the multimedia educational edition «Theory of color» is resulted. The technique is four interrelated stages that solve the problem of selecting structural elements, the formation of a criteria base for evaluating the elements of the publication and the choice of software for its development.*

***Keywords:** MULTIMEDIA EDUCATIONAL PUBLICATION, COLOR THEORY, STAGES OF METHODOLOGY, STRUCTURAL ELEMENTS, CRITERIA BASE, EXPERTS.*

**UDC 515.2**

**APPLICATION OF R-FUNCTIONS FOR CONSTRUCTION OF  
GEOMETRIC ORNAMENTS WITH ELEMENTS OF SYMMETRY**

**Chelombitko V.F.**

Ph.D., Associate Professor, Media Systems and Technologies Department,  
Kharkiv National University of Radio Electronics

***Abstract.** A method for the practical application of R-functions to implicitly compile equations of images with symmetry elements in the environment of the mathematical package Maple is presented.*

***Keywords:** METHOD OF R-FUNCTIONS, PATTERN, GEOMETRIC ORNAMENTS, RECURSIVE CONSTRUCTIONS, MAPLE.*

**UDC 655.2; 338.45**

**EDUCATIONAL LITERATURE COLOUR GAMMA INFLUENCE  
ON CHILD'S PERCEPTION OF SCHOOL MATERIAL**

**Chebatarova I.B.**

Senior Lecturer, Department of Media Systems and Technologies,  
Kharkiv National University of Radio Electronics

**Manakov V.P.**

Candidate of Technical Sciences, Professor,  
Department of Media Systems and Technologies,  
Kharkiv National University of Radio Electronics

***Annotation.** The main means and methods of quality management at the enterprise are analyzed, the influence of technological factors on the level of quality and administrative methods on quality improvement is estimated. Based on the analysis, a list of measures to improve the quality of production of photoforms and printing plates at the reprocenter and recommendations for improving quality management at the enterprise.*

***Keywords:** QUALITY CONTROL, QUALITY PARAMETERS, PHOTOFORM, CTP, REPROCENTER, FACILITIES AND METHODS OF QUALITY MANAGEMENT, TECHNOLOGICAL FACTORS, ADMINISTRATIVE METHODS, EXPERT EVALUATION, GENERAL RATE.*

**UDC 004.056.5:655.25**

**ELEMENTS OF PROTECTION OF LABELING  
AND PACKAGING PRODUCTS**

**Biziuk A.V.**

PhD, Professor of the Department of Media Systems and Technologies  
Kharkiv National University of Radio Electronics

***Abstract.** Control of printing security elements determines the correctness of their implementation, reducing the number of substandard goods and counterfeits, which is especially important in modern conditions. The result of the study is the analysis of methods for checking the level of protection of label and packaging products, developed an algorithm for checking images to match the original, as well as the appropriate software. This study expands the possibilities of effective control of protective elements at the prepress stage of production.*

***Keywords:** ELEMENTS OF PRINTING PROTECTION, ALGORITHM, COMPARISON, FORGERY.*

UDC 378.093.5 : 070 : 004

**EDITORS, PUBLISHERS AND PROOFREADERS' PRACTICAL  
TRAINING IN CONDITIONS OF INFORMATION  
AND COMPUTER TECHNOLOGIES**

**Romaniuk N.V.**

candidate of philology, department of publishing and editing,  
Zaporizhzhia national university

**Horbenko I.F.**

candidate of philology, department of publishing and editing,  
Zaporizhzhia national university

**Lebid N.M.**

candidate of philology, department of publishing and editing,  
Zaporizhzhia national university

***Abstract.** In modern newest conditions of publishing and printing functioning the problem of actual practical training of specialists both while a traditional form of studying, and while distant one in the conditions of pandemics arises more and more actively. The article analyzes the approaches to the organization and conducting of training and production practices, practical and laboratory classes, as well as focuses on the continuous process of formation of knowledge, skills and abilities through interdisciplinary links.*

***Keywords:** practical training of students, information and computer technologies, training of publishers-editors-proofreaders, editing and publishing, professional competence.*

## АЛФАВІТНИЙ ПОКАЖЧИК

Андрющенко Т.Ю. ....	5
Бережна О.Б. ....	13
Бізюк А.В. ....	189
Браткевич В.В. ....	23
Вовк О.В. ....	40
Глебов В.О. ....	136
Горбенко І.Ф. ....	218
Гордєєв А.С. ....	56
Григор'єв О.В. ....	68
Гринько Т.Ю. ....	23
Грищенко Т.Г. ....	80
Дейнеко Ж.В. ....	80, 106
Зелений О.П. ....	106
Колесникова Т.А. ....	68
Лебідь Н.М. ....	218
Манаков В.П. ....	164
Нікітенко О.М. ....	80
Нощенко Н.В. ....	124
Пушкар О.І. ....	23
Романюк Н.В. ....	218
Савченко О.М. ....	97
Слепцова А.Б. ....	13
Слітюк О.О. ....	124
Ткаченко В.П. ....	106
Хорошевська І.О. ....	136
Чеботарьова І.Б. ....	40, 164
Челомбiтько В.Ф. ....	149
Шипова М.К. ....	40
Яценко Л.О. ....	68

**Наукове видання**

**ТКАЧЕНКО Володимир Пилипович  
ЧЕБОТАРЬОВА Ірина Борисівна  
ВОВК Олександр Володимирович**

## **«Поліграфічні, мультимедійні та web-технології»**

**Монографія**

(укр. англ. мовою)

Відповідальний редактор

Ткаченко В.П.

Комп'ютерна верстка

Чеботарьова І.Б.

Підп. до друку 15.05.2021. Формат 60x84 1/16. Спосіб друку — цифровий.  
Умов.-друк. арк. 10. Уч.-вид. арк. 9,4. Наклад 100 прим.  
Зам. № \_\_\_\_\_



Видавець та виготівник  
61024, м. Харків, вул. Гуданова, 18  
Тел.: 0800 33 67 62  
www.madrid.in.ua e-mail: info@madrid.in.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:  
ДК №4399 від 27.08.2012 р.